



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 42 641 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
H 03 H 9/64
H 03 H 9/145

⑰ Aktenzeichen: 101 42 641.0
⑱ Anmeldetag: 31. 8. 2001
⑬ Offenlegungstag: 2. 5. 2002

DE 101 42 641 A 1

③① Unionspriorität:
00-262975 31. 08. 2000 JP

⑦① Anmelder:
Murata Mfg. Co., Ltd., Nagaokakyo, Kyoto, JP

⑦④ Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 81479
München

⑦② Erfinder:
Takamine, Yuichi, Nagaokakyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Oberflächenwellenfilter

⑤⑦ Ein Oberflächenwellenfilter umfaßt ein Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators, das zumindest zwei Interdigitalwandler, die an einem dielektrischen Substrat entlang der Ausbreitungsrichtung einer Oberflächenwelle angeordnet sind, und zumindest einen Oberflächenwellenresonator aufweist, der zwischen einen Eingangsanschluß und/oder einen Ausgangsanschluß und das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators geschaltet ist. Bei diesem Oberflächenwellenfilter wird ein Durchlaßband gebildet, indem zumindest einer der Resonanzmodi des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators und die Induktivität des Oberflächenwellenfilters verwendet werden.

DE 101 42 641 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Oberflächenwellenfilter, das vorzugsweise als ein Bandpaßfilter z. B. in einem Kommunikationssystem verwendet wird, und insbesondere auf ein Oberflächenwellenfilter, das einen Oberflächenwellenresonator aufweist, der mit einem Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators verbunden ist.

[0002] In den letzten Jahren haben in tragbaren Telefonsystemen mit einer zunehmenden Zahl von Teilnehmern und der Verbreiterung der Dienstleistungen Systeme, bei denen das Sendeseitenfrequenzband und das Empfangsseitenfrequenzband desselben nahe beieinander liegen, zahlenmäßig stark zugenommen. Abhängig von dem System kann es unter Umständen notwendig sein, den Dämpfungswert in der unmittelbaren Umgebung des Durchlaßbandes desselben zu erhöhen, um eine gegenseitige Interferenz mit anderen Kommunikationssystemen zu vermeiden. So ist es bei dem Oberflächenwellenfilter, das weit verbreitet als ein Bandpaßfilter bei der HF-Stufe von tragbaren Telefonen verwendet wird, sehr wünschenswert, einen Dämpfungsbereich in der unmittelbaren Umgebung des Durchlaßbandes zu schaffen.

[0003] Andererseits gibt es in der letzten Zeit, um die Zahl von Komponenten zu reduzieren, verstärkt den Wunsch, daß zwei Oberflächenwellenfilterelemente in ein Paket kombiniert werden können, und daß die Eingangsanschlüsse und/oder die Ausgangsanschlüsse derselben gemeinsam sind, oder daß das Oberflächenwellenfilter mit einer Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlungsfunktion, der sogenannten Balun-Funktion, ausgestattet ist. In jüngster Zeit werden deshalb Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators, die leicht anpaßbar sind, um eine Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlung zu erzielen, weit verbreitet als Bandpaßfilter bei der HF-Stufe von tragbaren Telefonen verwendet.

[0004] Die ungeprüfte japanische Patentanmeldung Nr. 05-267990 offenbart ein longitudinal verbundenes Doppelmodus-SAW-Filter als ein Beispiel eines derartigen Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators.

[0005] Die ungeprüfte japanische Patentanmeldung Nr. 10-126212 offenbart ein Filter, das eine Leiterschaltungskonfiguration aufweist, die ein Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators umfaßt.

[0006] Das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators jedoch, das in der ungeprüften japanischen Patentanmeldung Nr. 05-267990 offenbart ist, weist dahingehend einen Nachteil auf, daß die Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung des Durchlaßbandes zur höheren Frequenz hin nicht ausreichend ist. Dies führt zu einem Problem, daß der Dämpfungswert auf der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes, wobei der Dämpfungswert in einem PCS-System oder einem ähnlichen System benötigt wird, insbesondere in der unmittelbaren Umgebung des Durchlaßbandes nicht gesichert werden kann.

[0007] Im Gegensatz dazu ist das Oberflächenwellenfilter, das in der ungeprüften japanischen Patentanmeldung Nr. 10-126212 offenbart ist, in der Lage, die Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes zu erhöhen. Das Leiter-Typ-Oberflächenwellenfilter in der ungeprüften japanischen Patentanmeldung Nr. 10-126212 ist jedoch nicht in der Lage, eine Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlungsfunktion durchzuführen.

[0008] Dies bedeutet, daß, obwohl der Bedarf nach einem Oberflächenwellenfilter, das bezüglich der Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz eines Durchlaßbandes überlegen ist, und das eine Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlungsfunktion aufweist, erkannt wurde, ein derartiges Oberflächenwellenfilter bisher nicht existiert.

[0009] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Oberflächenwellenfilter und eine Kommunikationsvorrichtung zu schaffen, bei denen die Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik im Vergleich zu den Vorrichtungen des Stands der Technik verbessert ist.

[0010] Diese Aufgabe wird durch ein Oberflächenwellenfilter gemäß Anspruch 1 oder 2 sowie eine Kommunikationsvorrichtung gemäß Anspruch 12 gelöst.

[0011] Um die Probleme beim Stand der Technik zu überwinden und um schließlich dem lang bestehenden Bedarf nach einem Oberflächenwellenfilter zu genügen, das in der Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz eines Durchlaßbandes überlegen ist, und das eine Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlungsfunktion aufweist, schaffen bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung ein Oberflächenwellenfilter, das eine überlegene Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz eines Durchlaßbandes aufweist, und das in der Lage ist, ohne weiteres eine Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlungsfunktion durchzuführen.

[0012] Ein Oberflächenwellenfilter gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt ein Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators, das zumindest zwei Interdigitalwandler, die auf einem dielektrischen Substrat entlang der Ausbreitungsrichtung einer Oberflächenwelle angeordnet sind, und zumindest einen Oberflächenwellenresonator aufweist, der zwischen einen Eingangsanschluß und/oder einen Ausgangsanschluß und das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators geschaltet ist. Bei diesem Oberflächenwellenfilter ist ein Durchlaßband gebildet, indem zumindest einer der Resonanzmodi des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators und die Induktivität des Oberflächenwellenresonators verwendet werden.

[0013] Bei einem Aspekt des Oberflächenwellenfilters gemäß verschiedenen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird die Antiresonanzfrequenz des Oberflächenwellenresonators vorzugsweise bei einer Frequenz positioniert, die niedriger als die bei dem Resonanzmodus, der an der Seite der höchsten Frequenz positioniert ist, unter den Resonanzmodi des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators ist.

[0014] Bei einem weiteren Aspekt des Oberflächenwellenfilters gemäß verschiedenen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist die Resonanzfrequenz des Oberflächenwellenresonators vorzugsweise eine Frequenz, die höher als die bei dem Resonanzmodus, der an der Seite der höchsten Frequenz positioniert ist, unter den Resonanzmodi ist, die das Durchlaßband des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators

bilden.

[0015] Bei einem weiteren Aspekt des Oberflächenwellenfilters gemäß verschiedenen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird die resultierende Impedanz des Oberflächenwellenresonators und des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators im wesentlichen an die Impedanz bei dem Resonanzmodus des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators angepaßt.

[0016] Bei einem weiteren Aspekt des Oberflächenwellenfilters gemäß verschiedenen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung beträgt das Stehwellenverhältnis (= VSWR; VSWR = voltage standing wave ratio) bei der Frequenz an dem Dämpfungspol, der durch die resultierende Impedanz des Oberflächenwellenresonators und des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators erzeugt wird, vorzugsweise zumindest ca. 3,5.

[0017] Bei einem weiteren Aspekt des Oberflächenwellenfilters gemäß verschiedenen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird der Oberflächenwellenresonator einer Wichtung durch eine Elektrodenfingerentnahme unterzogen.

[0018] Bei einem weiteren Aspekt verschiedener bevorzugter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung weist der Oberflächenwellenresonator vorzugsweise einen kleineren elektromechanischen Kopplungskoeffizienten auf als ein Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators.

[0019] Bei einem weiteren Aspekt des Oberflächenwellenfilters gemäß verschiedenen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung umfaßt der Oberflächenwellenresonator vorzugsweise ein piezoelektrisches Substrat, das einen kleineren elektromechanischen Kopplungskoeffizienten als das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators aufweist.

[0020] Bei einem weiteren Aspekt des Oberflächenwellenfilters gemäß verschiedenen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist zumindest ein Induktivitätselement vorzugsweise parallel zu dem Eingangs- und/oder Ausgangsanschluß geschaltet, mit dem der Oberflächenwellenresonator in Serie geschaltet ist.

[0021] Bei einem weiteren Aspekt des Oberflächenwellenfilters gemäß verschiedenen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung werden zumindest zwei Oberflächenwellenfilterelemente geschaffen. Zumindest entweder die Eingangsanschlußseite oder die Ausgangsanschlußseite der zumindest zwei Oberflächenwellenfilterelemente ist gemeinsam, wobei zumindest eines der beiden Oberflächenwellenfilterelemente aus einem Oberflächenwellenfilter gemäß anderen bevorzugten Ausführungsbeispielen der oben beschriebenen vorliegenden Erfindung gebildet ist.

[0022] Bei einem weiteren Aspekt des Oberflächenwellenfilters gemäß verschiedenen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird eine Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlungsfunktion geschaffen.

[0023] Eine Kommunikationsvorrichtung gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt ein Oberflächenwellenfilter gemäß anderen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung, die oben beschrieben sind.

[0024] Die obigen und weitere Elemente, Merkmale, Charakteristika und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung gemeinsam mit den beigefügten Zeichnungen deutlich. Es zeigen:

[0025] Fig. 1 eine schematische Draufsicht, die die Elektrodenstruktur eines Oberflächenwellenfilters gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0026] Fig. 2 ein Diagramm, das die Dämpfung-Frequenz-Charakteristik des Oberflächenwellenfilters gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel und eines herkömmlichen Beispiels zeigt;

[0027] Fig. 3 eine schematische Draufsicht, die die Elektrodenstruktur eines herkömmlichen Oberflächenwellenfilters zeigt, das zum Vergleich mit bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung vorbereitet wurde;

[0028] Fig. 4 ein Diagramm, das die Dämpfung-Frequenz-Charakteristik des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators zeigt, das in dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel enthalten ist;

[0029] Fig. 5 ein Diagramm, das die Dämpfung-Frequenz-Charakteristik des Oberflächenwellenresonators zeigt, der in dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel enthalten ist;

[0030] Fig. 6 ein Diagramm, das die Dämpfung-Frequenz-Charakteristik des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators zeigt, das in dem Oberflächenwellenfilter gemäß dem herkömmlichen Beispiel enthalten ist;

[0031] Fig. 7 ein Diagramm, das die Dämpfung-Frequenz-Charakteristik des Oberflächenwellenresonators zeigt, der in dem Oberflächenwellenfilter gemäß dem herkömmlichen Beispiel enthalten ist;

[0032] Fig. 8A und 8B Ansichten, die Resonanzmodi des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators erklären, das drei IDT aufweist, wobei Fig. 8A ein Diagramm zum Darstellen der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik des Filters ist, und wobei Fig. 8B eine schematische Ansicht ist, die die drei Resonanzmodi desselben zeigt;

[0033] Fig. 9A bis 9D jeweils Diagramme, die das Prinzip von bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung unter Verwendung der Reflexionscharakteristik S22 erklären;

[0034] Fig. 10 ein Diagramm, das das Verhältnis zwischen dem Dämpfungswert (in Fig. 2 gezeigt) an dem Dämpfungspol P und dem VSWR zeigt;

[0035] Fig. 11 eine schematische Draufsicht, die ein Oberflächenwellenfilter gemäß einer Modifizierung des ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung erklärt;

[0036] Fig. 12 ein Diagramm, das die Dämpfung-Frequenz-Charakteristik der Modifizierung, die in Fig. 11 gezeigt ist, zeigt;

[0037] Fig. 13 eine schematische Draufsicht, die die Elektrodenstruktur eines Oberflächenwellenfilters gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0038] Fig. 14 eine schematische Draufsicht, die ein Oberflächenwellenfilter gemäß einer Modifizierung des zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiels erklärt;

[0039] Fig. 15 ein schematisches Blockdiagramm, das ein Oberflächenwellenfilter zeigt, das zwei Oberflächenwellen-

filterelemente aufweist;

[0040] Fig. 16 ein schematisches Blockdiagramm, das ein Oberflächenwellenfilter zeigt, das zwei Oberflächenwellenfilterelemente aufweist;

[0041] Fig. 17 eine schematische Draufsicht, die die Elektrodenstruktur eines Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators gemäß einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0042] Fig. 18 ein Diagramm, das die Dämpfung-Frequenz-Charakteristik des Oberflächenwellenfilters gemäß dem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0043] Fig. 19 eine schematische Draufsicht, die die Elektrodenstruktur eines Oberflächenwellenfilters gemäß einer Modifizierung des dritten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0044] Fig. 20 ein schematisches Blockdiagramm, das eine Kommunikationsvorrichtung erklärt, die ein Oberflächenwellenfilter gemäß anderen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung umfaßt; und

[0045] Fig. 21 ein schematisches Blockdiagramm, das ein weiteres Beispiel einer Kommunikationsvorrichtung erklärt, die ein Oberflächenwellenfilter gemäß anderen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung umfaßt.

[0046] Fig. 1 ist eine schematische Draufsicht, die die Elektrodenstruktur eines Oberflächenwellenfilters gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt. Das Oberflächenwellenfilter gemäß diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel und nachfolgende bevorzugte Ausführungsbeispiele sind Beispiele, die auf Sendefilter zur Verwendung bei PCS-Systemen angewendet werden.

[0047] Bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist eine dargestellte Elektrodenstruktur, die aus Al gebildet ist, vorzugsweise auf einem Substrat mit $40 \pm 5^\circ$, Y-Schnitt, X-Ausbreitung und aus LiTaO_3 gebildet. Hierin sind ein Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 und ein Oberflächenwellenresonator 102, der mit demselben verbunden ist, mit dieser Elektrodenstruktur aufgebaut.

[0048] Bei dem Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 sind ein erster bis dritter IDT 103 bis 105 entlang der Ausbreitungsrichtung der akustischen Oberflächenwelle angeordnet. Reflektoren 106 und 107 sind vorzugsweise außerhalb der IDT 103 bzw. 105 angebracht. Ein Ende jedes IDT 103 und 105 ist mit einem Eingangsanschluß 119 verbunden. Ein Ende des IDT 104 ist mit einem Ende des Oberflächenwellenresonators 102 verbunden. Das andere Ende jedes IDT 103 und 105 ist mit dem Massepotential verbunden.

[0049] In Fig. 1 sind auch Gittertypreflektoren 117a und 117b, die schematisch dargestellt sind, an gegenüberliegenden Enden des IDT 116 in dem Oberflächenwellenresonator 102 angebracht.

[0050] Der Endabschnitt des Oberflächenwellenresonators 102 gegenüber der Seite, die mit dem IDT 104 verbunden ist, ist mit einem Ausgangsanschluß 120 verbunden. Ein Induktivitätselement 118 ist zwischen dem Verbindungspunkt 121, der sich zwischen dem Endabschnitt des Oberflächenwellenresonators 102 und dem Ausgangsanschluß 120 befindet, und dem Massepotential eingefügt.

[0051] Dieses Induktivitätselement 118 ist vorzugsweise derart aufgebaut, daß es bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel einen Wert von ca. 8,2 nH aufweist.

[0052] Die IDT 103 bis 105 sind mit Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitten ausgestattet, wobei jeder derselben eine schmalere Elektrodenfingerabteilung als der verbleibende Abschnitt aufweist. Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, befinden sich bei den IDT 103 bis 105 Schmale-Teilung-Fingerabschnitte 103a, 104a, 104b und 105a jeweils an den Seiten, die zueinander angrenzend an die benachbarten IDT sind. Anders ausgedrückt, sind zwischen zueinander angrenzenden IDT Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitte an den zueinander angrenzenden IDT-Seite-Endabschnitten vorgesehen.

[0053] Insbesondere ist, unter Annahme des IDT 103 als ein Beispiel, die Teilung der Elektrodenfinger, die den Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitt 103a bilden, schmaler als die des verbleibenden Elektrodenfingerabschnitts.

[0054] In Fig. 1 sind weniger Elektrodenfinger gezeigt als tatsächlich vorhanden sind, um die Zeichnung zu vereinfachen.

[0055] Im folgenden werden spezifische Entwürfe des Oberflächenwellenfilters gemäß diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel beschrieben. Bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitte 103a bis 105a der jeweiligen IDT 103 bis 105 vorzugsweise im wesentlichen alle identisch. Wenn die Wellenlänge der akustischen Oberflächenwelle, die durch die Teilung dieser Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitte bestimmt ist, λ_{I2} ist, und die Wellenlänge der akustischen Oberflächenwelle, die durch die Teilung der anderen Elektrodenfingerabschnitte bestimmt ist, λ_{I1} ist, ist der Entwurf des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 vorzugsweise wie folgt:

Kreuzungsbreite $W = 70,4 \lambda_{I1}$;

Zahl von Elektrodenfingern jedes IDT 103 und 105: Zahl von Elektrodenfingern in einem Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitt = 4 und die in dem verbleibenden Abschnitt = 35;

Zahl von Elektrodenfingern des IDT 104: Zahl von Elektrodenfingern in dem Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitt 104a = 4, Zahl von Elektrodenfingern in dem Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitt 104b = 4 und Zahl von Elektrodenfingern in dem verbleibenden Elektrodenfingerabschnitt = 55;

$\lambda_{I1} = 2,13 \mu\text{m}$, $\lambda_{I2} = 1,82 \mu\text{m}$;

Wellenlänge jedes Reflektors 106 und 107, $\lambda_R = 2,14 \mu\text{m}$;

Zahl von Elektrodenfingern in jedem Reflektor = 70;

Abstand zwischen den Mitten von Elektrodenfingern zwischen einem Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitt und dem verbleibenden Elektrodenfingerabschnitt (z. B. die Abstände zwischen den Mitten der Abschnitte, die in Fig. 1 durch die Bezugszeichen 110, 112, 113 und 115 angezeigt sind) = $0,25 \lambda_{I1} + 0,25 \lambda_{I2}$;

Abstand zwischen den Mitten von Elektrodenfingern zwischen zwei angrenzenden IDT (z. B. die Abstände zwischen den Mitten der Abschnitte, die in Fig. 1 durch die Bezugszeichen 111 und 114 bezeichnet sind) = $0,50 \lambda_{I2}$;

IDT-zu-Reflektor-Abstand = $0,54 \lambda_R$;

Nutzverhältnis jedes IDT 103 bis 105 = 0,60;

Nutzverhältnis jedes Reflektors = 0,60.

Hier bezieht sich "Nutzverhältnis" (= duty) auf das Verhältnis der Breite von Elektrodenfingern bezüglich (Breite von Elektrodenfingern + Breite von Spalten zwischen Elektrodenfingern).

Filmdicke der Elektrode = $0,08 \lambda I_1$.

[0056] Als nächstes ist der Entwurf des Oberflächenwellenresonators 102 vorzugsweise wie folgt:

Kreuzungsbreite $W = 34,1 \lambda$.

[0057] Hier bezeichnet λ die Wellenlänge der akustischen Oberflächenwelle, die durch die Elektrodenfingerteilung des Oberflächenwellenresonators bestimmt ist.

[0058] Zahl von Elektrodenfingern in dem IDT 116 = 301;

$A = 2,05 \mu\text{m}$;

Zahl von Elektrodenfingern in jedem Reflektor = 30;

IDT-zu-Reflektor-Abstand = $0,50 \lambda$;

Nutzverhältnis des IDT und jedes Reflektors = 0,60;

Filmdicke der Elektrode = $0,083 \lambda$.

[0059] Bei dem Oberflächenwellenresonator 102 ist der IDT 116 durch eine Elektrodenfingerentnahme gewichtet, um den Abstand zwischen der Resonanzfrequenz und der Antiresonanzfrequenz zu reduzieren.

[0060] Der IDT 116 weist Kammelektroden 116a und 116b auf. Indem das Vorzeichen eines Elektrodenfingers auf der Seite der Kammelektrode 116a als "+" ausgedrückt wird, und indem ausgedrückt wird, daß das Vorzeichen eines Elektrodenfingers an der Kammelektrode 116b "-" ist, wird ein Zustand der Wichtung durch eine Elektrodenfingerentnahme ausgedrückt. Hier soll die Anordnung von benachbarten zwei Elektrodenfingern, bei der ein "+"-Elektrodenfinger und ein "-"-Elektrodenfinger aufeinanderfolgend entlang der Richtung von der linken Seite zu der rechten Seite in Fig. 1 angeordnet sind, als "+1" ausgedrückt sein, wobei die Anordnung, bei der ein "-"-Elektrodenfinger und ein "+"-Elektrodenfinger nacheinander angeordnet sind, als "-1" angeordnet sein soll, und wobei die Anordnung, bei der ein "+"-Elektrodenfinger an dem nächstfolgenden Platz eines "+"-Elektrodenfingers angeordnet ist, oder bei der ein "-"-Elektrodenfinger an dem nächstfolgenden Platz eines "-"-Elektrodenfingers angeordnet ist, als "0" ausgedrückt sein soll. Dann wird der IDT 116 einer Wichtung durch eine Elektrodenfingerentnahme unterzogen, derart, daß die Anordnung der Elektrodenfinger als "1, 0, 0, -1, 0, 0, 1, 0, 0, -1, ... -1, 0, 0, 1, 0, 0, -1, 0, 0, 1" ausgedrückt wird. Unterdessen ist in Fig. 1 der IDT 116 derart dargestellt, daß er eine kleinere Zahl von Elektrodenfingern aufweist, als dies tatsächlich der Fall ist, um die Zeichnung zu vereinfachen.

[0061] Die Dämpfung-Frequenz-Charakteristik des Oberflächenwellenfilters 100 gemäß diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist in Fig. 2 durch eine durchgezogene Linie dargestellt. Zum Vergleich ist die Dämpfung-Frequenz-Charakteristik des herkömmlichen Oberflächenwellenfilters, das in Fig. 3 gezeigt ist, in Fig. 2 durch eine unterbrochene Linie dargestellt. In Fig. 2 ist der wesentliche Abschnitt der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik zusätzlich durch eine vergrößerte Skala auf der rechten Seite der vertikalen Achse dargestellt.

[0062] Wie in dem Fall des Oberflächenwellenfilters 100 gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel weist das Oberflächenwellenfilter 200 eine Konfiguration auf, bei der ein Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 201 und ein Oberflächenwellenresonator 202 vorzugsweise an einem Substrat mit $40 \pm 5^\circ$, Y-Schnitt, X-Ausbreitung und aus LiTaO_3 durch eine Al-Elektrodenstruktur angeordnet. Außerdem sind bei dem Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 201, wie bei dem Oberflächenwellenfilter 100, IDT 203 bis 205 aufeinanderfolgend entlang der Ausbreitungsrichtung der akustischen Oberflächenwelle angeordnet, wobei Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitte 203a, 204a, 204b und 205a jeweils in den IDT 203 bis 205 an den angrenzenden IDT-Seite-Endabschnitten vorgesehen sind. Der detaillierte Entwurf dieses Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 201 wird im folgenden beschrieben. Außerdem ist die Wellenlänge, die durch die Teilung der Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitte bestimmt wird, λI_2 , wobei die, die durch die Teilung der anderen Elektrodenfingerabschnitte bestimmt wird, λI_1 ist.

Kreuzungsbreite $W = 66,0 \lambda I_1$;

Zahl von Elektrodenfingern jedes IDT 203 und 205: Zahl von Elektrodenfingern in jedem Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitt 203a und 205a = 4 und die in jedem verbleibenden Abschnitt desselben = 27;

Zahl von Elektrodenfingern des IDT 204: Zahl von Elektrodenfingern in dem Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitt 204a = 4, Zahl von Elektrodenfingern in dem Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitt 204b = 4 und Zahl von Elektrodenfingern in dem verbleibenden Elektrodenfingerabschnitt desselben = 33;

$\lambda I_1 = 2,12 \mu\text{m}$, $\lambda I_2 = 1,94 \mu\text{m}$;

Wellenlänge jedes Reflektors 206 und 207, $\lambda_R = 2,14 \mu\text{m}$;

Zahl von Elektrodenfingern in jedem Reflektor 206 und 207 = 60;

Abstand zwischen den Mitten von Elektrodenfingern an dem Abschnitt, der sandwichartig durch den Elektrodenfinger, der eine Wellenlänge von λI_1 aufweist, sowie den Elektrodenfinger umgeben ist, der eine Wellenlänge von λI_2 aufweist (z. B. die Abstände zwischen den Mitten der Abschnitte, die in Fig. 3 durch die Bezugszeichen 210, 212, 213 und 215 angezeigt sind) = $0,25 \lambda I_1 \pm 0,25 \lambda I_2$;

IDT-zu-IDT-Abstand (die Abstände zwischen den Mitten der Abschnitte, die in Fig. 3 durch die Bezugszeichen 211 und 214 bezeichnet sind) = $0,50 \lambda I_2$;

IDT-zu-Reflektor-Abstand = $0,50 \lambda_R$;

Nutzverhältnis jedes IDT und jedes Reflektors = 0,60;

Filmdicke des Elektrodenfingers = $0,080 \lambda I_1$.

[0063] Als nächstes ist der bevorzugte Entwurf des Oberflächenwellenresonators 202 vorzugsweise wie folgt:

Kreuzungsbreite $W = 33,2 \lambda$;

Zahl von Elektrodenfingern in IDT = 341;

Wellenlänge von IDT und jedes Reflektors, $\lambda = 2,11 \mu\text{m}$;

Zahl von Elektrodenfingern in jedem Reflektor = 30;

IDT-zu-Reflektor-Abstand = $0,50 \lambda$;

Nutzverhältnis jedes IDT und jedes Reflektors = 0,60;

Filmdicke des Elektrodenfingers = 0,080 λ .

[0064] Das Oberflächenwellenfilter 200, das in Fig. 3 dargestellt ist, ist z. B. gemäß der ungeprüften japanischen Patentanmeldung Nr. 07-66679 aufgebaut.

- 5 [0065] Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, weist das Oberflächenwellenfilter 100 gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel eine größere Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes auf als das oben beschriebene herkömmliche Oberflächenwellenfilter 200. Wenn z. B. die Frequenzbreiten, die für die Einfügungsverluste benötigt werden, um sich von der Position von ca. 4,5 dB zu der Position von ca. 10 dB auszubreiten, und zwar jeweils von dem Durchgangsspiegel, zwischen dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel und dem herkömmlichen Beispiel verglichen werden, beträgt die Frequenzbreite für das erste bevorzugte Ausführungsbeispiel ca. 3,4 MHz im Gegensatz zu 5,6 MHz für das herkömmliche Beispiel. Dies bedeutet, daß das erste bevorzugte Ausführungsbeispiel eine Frequenzbreite aufweist, die um ca. 2,2 MHz niedriger als die des herkömmlichen Beispiels ist.

- 10 [0066] Im folgenden werden die Prinzipien der vorliegenden Erfindung auf der Basis dieses bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung beschrieben. Fig. 4 zeigt die Dämpfung-Frequenz-Charakteristik des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101, das bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel verwendet wird, wobei Fig. 5 die des Oberflächenwellenresonators 102 zeigt. Andererseits zeigt Fig. 6 die Dämpfung-Frequenz-Charakteristik des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 201, das bei dem oben beschriebenen herkömmlichen Beispiel verwendet wird, wobei Fig. 7 die des Oberflächenwellenresonators 202 darstellt.

- 20 [0067] Die Markierungen "x" in den Fig. 4 und 5 zeigen jeweils die Positionen der Resonanzfrequenz und der Antiresonanzfrequenz des Oberflächenwellenresonators 102. Hier zeigt die Markierung "x" an der Seite der niedrigeren Frequenz die Position der Resonanzfrequenz an, während die an der Seite der höheren Frequenz die Position der Antiresonanzfrequenz anzeigt. Andererseits zeigen die Markierungen "x" in den Fig. 6 und 7 jeweils die Positionen der Resonanzfrequenz und der Antiresonanzfrequenz des Oberflächenwellenresonators 202 an. Außerdem zeigt die Markierung "x" an der Seite der niedrigeren Frequenz die Position der Resonanzfrequenz an, die an der Seite der höheren Frequenz jedoch die Position der Antiresonanzfrequenz.

- 25 [0068] Wie in den Fig. 8A und 8B gezeigt ist, ist bei einem Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators, das drei IDT aufweist, ein Durchlaßband vorzugsweise unter Verwendung von drei Modi gebildet: einem Modus nullter Ordnung (der Resonanzmodus, der durch den Pfeil B angezeigt ist), einem Modus zweiter Ordnung (der Resonanzmodus, der durch den Pfeil A angezeigt ist) und einem Modus, der die Intensitätsspitzenverteilung einer akustischen Oberflächenwelle an einem IDT-zu-IDT-Abstand-Abschnitt (der Resonanzmodus, der durch den Pfeil C angezeigt ist) aufweist.

- 30 [0069] Die Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes ist durch den Resonanzmodus, der durch den Pfeil C angezeigt ist, unter den oben beschriebenen drei Resonanzmodi bestimmt. Eine ausreichende Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik kann jedoch in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes nicht lediglich durch die Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik basierend auf dem oben beschriebenen Resonanzmodus erzielt werden, der durch den Pfeil C angezeigt wird, erzielt werden.

- 40 [0070] Folglich wurde die Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes bisher realisiert, indem die Durchlaßbandbreite des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators entworfen wurde, um größer zu sein als die einer benötigten Bandbreite, indem die Antiresonanzfrequenz des Oberflächenwellenresonators, der mit dem Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators verbunden ist, an die Frequenz an der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes angepaßt wurde und indem die Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik verwendet wurde.

- 45 [0071] Im Gegensatz dazu ist bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel, wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, die Durchlaßbandbreite des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 schmäler als die Durchlaßbandbreite (in Fig. 2 gezeigt) in dem Fall, in dem der Oberflächenwellenresonator in Serie geschaltet ist. Dies bedeutet, daß im Gegensatz zu dem oben beschriebenen herkömmlichen Beispiel das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 durch die Serienschaltung des Oberflächenwellenresonators 102 mit dem Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 die Durchlaßbandbreite breiter wird.

[0072] Dies wird unter Verwendung der Reflexionscharakteristik beschrieben, d. h. unter Verwendung der Reflexionscharakteristik auf der S22-Seite, mit der der Oberflächenwellenresonator in Serie geschaltet ist.

- 50 [0073] Fig. 9A zeigt die Reflexionscharakteristik des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101, wobei Fig. 9B die Reflexionscharakteristik des Oberflächenwellenresonators 102 zeigt. Die Reflexionscharakteristik des Oberflächenwellenfilters gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die zusammengesetzte Charakteristik dieser beiden Reflexionscharakteristika, wie dies in Fig. 9C gezeigt ist.

- 60 [0074] In Fig. 9 bezeichnet die Markierung, die durch den Pfeil X gezeigt ist, die Resonanzfrequenz (= 1.909,5 MHz) des Oberflächenwellenresonators 102, wobei die Markierung, die durch den Pfeil Y gezeigt ist, die Antiresonanzfrequenz (= 1.925 MHz) desselben anzeigt.

- [0075] In dem Frequenzbereich zwischen der Resonanzfrequenz und der Antiresonanzfrequenz des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 ist die Impedanz kapazitiv (d. h. der Bereich in der unteren Hälfte in dem Smith-Diagramm). Im Gegensatz dazu ist in dem Frequenzbereich zwischen der Resonanzfrequenz und der Antiresonanzfrequenz des Oberflächenwellenresonators 102 die Impedanz induktiv (d. h. der Bereich in der oberen Hälfte in dem Smith-Diagramm). Deshalb wird dieser Frequenzbereich des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 durch den induktiven Bereich gezogen. Als ein Ergebnis tritt, wie dies in Fig. 9C gezeigt ist, ein Resonanzmodus Z unter dem Einfluß der Induktivität des Oberflächenwellenresonators auf. Durch ein

wesentliches Anpassen der Impedanz des Resonanzmodus Z an die Impedanzen der anderen Resonanzmodi des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 wird, wie dies dargestellt ist, die Durchlaßbandbreite stark verbreitert. Es wird dennoch beachtet, daß der Resonanzmodus Z sich von dem Resonanzmodus unterscheidet, der durch die Intensitätsverteilung der akustischen Oberflächenwelle erzeugt wird, und daß dieser aufgrund einer LC-Resonanz auftritt. Der Resonanzmodus Z wird erzeugt, indem die Resonanzfrequenz des Oberflächenwellenresonators 102 höher als die Frequenz des Resonanzmodus gemacht wird (der Modus, der in Fig. 9C durch den Pfeil W angezeigt ist, der sich an der Seite der höchsten Frequenz der Resonanzmodi befindet, die die Durchlaßbänder des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 bilden.

[0076] Dies bedeutet, daß das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 eine kapazitive Impedanz bei einem Frequenzbereich aufweist, und daß das Oberflächenwellenelement eine induktive Impedanz an dem Frequenzbereich aufweist, derart, daß eine neue Resonanz durch eine LC-Resonanz erzeugt wird.

[0077] Durch Bilden eines Durchlaßbandes durch das oben beschriebene Verfahren wird die Steilheit der Frequenzcharakteristik des Oberflächenwellenresonators als eine Steilheit der Frequenzcharakteristik des Filters, wie diese im wesentlichen ist, verwendet. Auch bei dem oben beschriebenen herkömmlichen Beispiel wird die Steilheit der Frequenzcharakteristik in dem Gesamtfilter verbessert, wobei die Steilheit der Frequenzcharakteristik des Oberflächenwellenfilters verwendet wird, wobei die Steilheit der Frequenzcharakteristik des Oberflächenwellenresonators jedoch nicht so, wie diese ist, verwendet werden konnte, da die Steilheit der Frequenzcharakteristik des Resonanzmodus bei der Seite der höchsten Frequenz auch ihren Einfluß ausübt.

[0078] Im Gegensatz dazu ist, wie dies in dem beschriebenen ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung der Fall ist, der unnötige Resonanzmodus an der Seite der höchsten Frequenz außerhalb des Durchlaßbandes angebracht, wie dies in Fig. 4C durch den Pfeil C angezeigt ist. So ist der Einfluß des Resonanzmodus C, der bei dem herkömmlichen Beispiel einen Faktor dargestellt hat, der die Steilheit der Filtercharakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes verschlechtert, bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel nicht vorhanden, derart, daß die Steilheit der Filtercharakteristik des Oberflächenwellenresonators so verwendet werden kann, wie sie ist, um die Steilheit der Filtercharakteristik des Filters zu erhöhen. Dies ermöglicht es, daß die Steilheit der Filtercharakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes des Filters sogar noch weiter verbessert wird.

[0079] Notwendige Bedingungen zum Erzielen eines ausreichenden Pegels des Dämpfungswerts in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes bei verschiedenen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wurden untersucht. Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird der Dämpfungswert in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes durch den Dämpfungswert an dem Dämpfungspol bestimmt (d. h. der Dämpfungspol, der in Fig. 2 durch den Pfeil P angezeigt wird), der durch die resultierende Impedanz des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators und den Oberflächenwellenresonator erzeugt wird. Der Dämpfungswert an diesem Dämpfungspol P wird durch die Impedanz an dem Dämpfungspol P bestimmt. Anders ausgedrückt wird der Dämpfungswert an diesem Dämpfungspol P durch die Menge bestimmt, um die die Impedanz an dem Dämpfungspol von der Anpassungsbedingung abweicht, oder er wird durch den Wert des VSWR bestimmt. Folglich wurde der VSWR-Wert an dem Dämpfungspol P bezüglich des Dämpfungswerts an dem Dämpfungspol P untersucht, indem die Kapazität des Oberflächenwellenresonators 102 des Oberflächenwellenfilters gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung variiert wurde. Fig. 10 zeigt die Ergebnisse.

[0080] Das Oberflächenwellenfilter 100 benötigt zur Verwendung z. B. beim PCS-Empfang, der in dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel enthalten ist, zumindest ca. 8 dB als einen Dämpfungswert in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes, wobei andere Systeme auch im wesentlichen den gleichen Dämpfungspegel benötigen. Wie aus Fig. 10 ersichtlich ist, beträgt das VSWR an dem Dämpfungspol, wenn der Dämpfungswert an dem Dämpfungspol zumindest ca. 8 dB beträgt, ca. 3,5. Dies zeigt, daß der VSWR-Wert von ca. 3,5 oder mehr es ermöglicht, daß eine ausreichende Dämpfung geschaffen wird.

[0081] Wie in den Fig. 8A und 8B gezeigt ist, wird bei dem vorliegenden bevorzugten Ausführungsbeispiel die Steilheit der Filtercharakteristik durch ein Anordnen einer Mehrzahl von Resonanzmodi erhöht. Um so eine Mehrzahl von Resonanzmodi anzuordnen, können verschiedene Verfahren verwendet werden. Bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel wird ein Verfahren, bei dem die Teilung des Schmale-Teilung-Fingerabschnitts angepaßt ist, verwendet. Wie dies aus dem Vergleich mit dem herkömmlichen Beispiel offensichtlich ist, ist bei dem Oberflächenwellenfilter gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel das Verhältnis der Elektrodenfingerteilung in dem Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitt bezüglich der Elektrodenfingerteilung in dem Elektrodenfingerabschnitt, der nicht der Schmale-Teilung-Elektrodenfingerabschnitt ist, in dem Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 vorzugsweise klein. Insbesondere beträgt dieses Verhältnis für das erste bevorzugte Ausführungsbeispiel ca. 0,854 im Gegensatz zu ca. 0,915 für das herkömmliche Beispiel. Ein Einstellen dieses Verhältnisses auf ca. 0,90 oder weniger ermöglicht eine Resonanzmodusanordnung, die wirksam ist, um die Steilheit in der Filtercharakteristik erhöhen zu können.

[0082] Ferner kann eine wirksame Resonanzmodusanordnung auch durch das Verfahren implementiert werden, bei dem die Mitte-zu-Mitte-Abstände der Elektrodenfinger 110 bis 115, die in Fig. 1 gezeigt sind, eingestellt werden. Ferner kann bei einem Oberflächenwellenfilter ohne Schmale-Teilung-Elektrodenfinger, z. B. bei dem Oberflächenwellenfilter, das in der ungeprüften japanischen Patentanmeldung Nr. 05-267990 offenbart ist, wenn die Wellenlänge einer akustischen Oberflächenwelle λI ist, die oben beschriebene wirksame Resonanzmodusanordnung realisiert werden, indem der IDT-zu-IDT-Abstand auf $(0,28 + 0,5 n) \lambda I$ bis $(0,40 + 0,5 n) \lambda I$ eingestellt wird ("n" ist hier Null oder eine Ganzzahl), obwohl der IDT-zu-IDT-Abstand üblicherweise auf ca. $(0,25 + 0,5 n) \lambda I$ eingestellt wird.

[0083] Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist es wünschenswert, daß der Abstand zwischen der Resonanzfrequenz und der Antiresonanzfrequenz des Oberflächenwellenresonators, der in Serie mit dem Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators geschaltet ist, schmal ist. Die Steilheit der

- Filtercharakteristik des Oberflächenwellenresonators wird durch den Abstand zwischen diesen Frequenzen bestimmt. Deshalb hängt die Steilheit der Frequenzcharakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes des gesamten Oberflächenwellenfilters auch von dem oben beschriebenen Frequenzabstand ab. Bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird der Frequenzabstand reduziert, indem eine Wichtung durch eine Elektrodenfingerentnahme für den Oberflächenwellenresonator 102 durchgeführt wird. Da die Impedanz des Oberflächenwellenresonators 102 durch die Wichtung durch die Elektrodenfingerentnahme erhöht wird, wird die Impedanz bei dem Durchlaßband, wie dies in Fig. 9C gezeigt ist, kapazitiv. Um dies zu korrigieren, ist bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel ein Induktivitätselement 118 parallel geschaltet, wodurch eine Impedanzanpassung erzielt wird (dies ermöglicht die Realisierung der Reflexionscharakteristik, die in Fig. 9D gezeigt ist).
- 10 [0084] Das Verfahren zum Erzielen einer Impedanzanpassung ist nicht auf das Verfahren beschränkt, bei dem das oben beschriebene Induktivitätselement 118 eingesetzt wird, wobei eine Impedanzanpassung z. B. unter Verwendung einer anderen Induktivität oder einer Kombination einer Induktivität und einer Kapazität erzielt werden kann.
- [0085] Bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes verbessert, wobei der Dämpfungswert in dem Frequenzbereich leicht neben der oben beschriebenen Frequenz in Richtung der Seite der höheren Frequenz jedoch weniger ausreichend ist als der des herkömmlichen Beispiels. Um dies zu verbessern, ist es deshalb vorzuziehen, daß Oberflächenwellenresonatoren 301 und 302 in Serie zwischen den Eingangsanschluß 119 und das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101, wie dies in Fig. 11 dargestellt ist, geschaltet sind. Fig. 12 zeigt die Frequenzcharakteristik der Modifizierung, die in Fig. 11 dargestellt ist. Die detaillierten Entwürfe der Oberflächenwellenresonatoren 301 und 302 sind unten in Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1

	301	302
KREUZUNGSBREITE	38,6 λ	38,1 λ
ZAHL VON ELEKTRODENFINGERN IN IDT	201	301
WELLENLÄNGE λ (IDT, REFLEKTOR)	2,07 μm	2,10 μm
IDT-ZU-REFLEKTOR-ABSTAND	0,50 λ	0,50 λ
ZAHL VON ELEKTRODENFINGERN IN REFLEKTOR	30	30
NUTZVERHÄLTNIS (IDT, REFLEKTOR)	0,60	0,60
FILMDICKE DER ELEKTRODE	0,082 λ	0,081 λ

- 40 [0086] Außerdem kann ohne ein Hinzufügen der Oberflächenwellenresonatoren 301 und 302 der Dämpfungswert in dem Frequenzbereich leicht neben der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes in Richtung der Seite der höheren Frequenz erhöht werden, indem eine Wichtung durch eine Elektrodenfingerentnahme für die IDT 103 bis 105 des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 durchgeführt wird.
- 45 [0087] Bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wurde der Frequenzabstand zwischen der Resonanzfrequenz und der Antiresonanzfrequenz des Oberflächenwellenresonators 102, der in Serie mit dem Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators geschaltet ist, durch die Wichtung durch eine Elektrodenfingerentnahme reduziert. Andererseits wird bei einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung der oben beschriebene Frequenzabstand durch ein Vermindern des elektromechanischen Kopplungskoeffizienten des Oberflächenwellenresonators anstelle einer Wichtung durch eine Elektrodenfingerentnahme reduziert. Fig. 13 ist eine schematische Draufsicht, die die Elektrodenstruktur eines Oberflächenwellenfilters gemäß dem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.
- 50 [0088] Bei dem Oberflächenwellenfilter gemäß dem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist ein Oberflächenwellenresonator 401 in Serie mit einem Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 geschaltet. Das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 ist vorzugsweise auf eine ähnliche Weise wie bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel aufgebaut. Über den Oberflächenwellenresonator 401 sind SiO_2 -Filme laminiert, wie durch die Schraffierung angezeigt ist. Bei dem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel sind auf dem piezoelektrischen Substrat die SiO_2 -Filme 401a vorzugsweise nur an dem Abschnitt laminiert, an dem sich der Oberflächenwellenresonator 401 befindet. Durch diese SiO_2 -Filme 401a wird der elektromechanische Kopplungskoeffizient des Oberflächenwellenresonators 401 reduziert, wodurch der Frequenzabstand zwischen der Resonanzfrequenz und der Antiresonanzfrequenz reduziert wird.
- 60 [0089] Bei dem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird der elektromechanische Kopplungskoeffizient des Oberflächenwellenresonators 401 reduziert, indem die SiO_2 -Filme 401a über den Oberflächenwellenresonator 401 laminiert werden. Anstelle der SiO_2 -Filme können jedoch dielektrische Filme oder isolierende Filme, die aus Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Tantaloxid, Titanoxid, Nioboxid, Siliziumnitrid, Siliziumoxinitrid oder einem anderen geeigneten Material bestehen, als laminierte Filme verwendet werden.
- 65 [0090] Ferner kann, um nur den elektromechanischen Kopplungskoeffizienten des Oberflächenwellenresonators zu reduzieren, ein Verfahren zum Reduzieren der Filmdicke der Elektroden, die in dem Oberflächenwellenresonator den IDT und die Reflektoren bilden, verwendet werden.

[0091] Außerdem kann, wie in der illustrierten Modifizierung in Fig. 14, ein Oberflächenwellenresonator 501 an einem piezoelektrischen Substrat 500a, das nicht das piezoelektrische Substrat 100 ist, vorgesehen sein, auf dem das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 101 angebracht ist. In diesem Fall kann, wie bei dem piezoelektrischen Substrat 500a, z. B. ein piezoelektrisches Substrat verwendet werden, das einen kleineren elektromechanischen Kopplungskoeffizienten aufweist als das Substrat mit $40 \pm 5^\circ$, Y-Schnitt, X-Ausbreitung und aus LiTaO_3 , wie z. B. ein Quarzsubstrat, ein Substrat mit 45° , X-Schnitt, Z-Ausbreitung und aus $\text{Li}_2\text{B}_4\text{C}_7$, ein Substrat mit X-Schnitt, 112° , -Ausbreitung und aus LiTaO_3 oder ein Langasitsubstrat. 5

[0092] Fig. 15 ist ein Schaltungsdiagramm, das ein drittes bevorzugtes Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0093] Das Oberflächenwellenfilter gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung erfordert oft ein Impedanzanpassungselement, wie z. B. ein Induktivitätselement. Wenn ein Anpassungselement außerhalb eines Pakets angeordnet ist, wird der Befestigungsbereich groß. Außerdem ist, wie bei dem in Fig. 15 illustrierten Schaltungsaufbau, in der Konfiguration, bei der entweder die Eingangsanschlußseite oder die Ausgangsanschlußseite des Oberflächenwellenfilters 601 und 602 gemeinsam ist, ein externes Induktivitätselement 603 oft geschaltet, um eine Impedanzanpassung an der Seite zu erzielen, die gemeinsam verbunden ist. Ähnlich werden, wie in dem in Fig. 16 illustrierten Beispiel, in der Konfiguration, bei der sowohl die Eingangsanschlußseite als auch die Ausgangsanschlußseite der Oberflächenwellenfilter 601 und 602 gemeinsam sind, Induktivitätselemente 603 und 604 oft eingefügt, um Impedanzanpassungen auf sowohl der Eingangsanschlußseite als auch der Ausgangsanschlußseite zu erzielen. 10 15

[0094] So wurde früher beim gemeinsamen Verbinden der Anschlüsse einer Seite von zwei Oberflächenwellenfiltern eine externe Induktivität zur Impedanzanpassung eingesetzt. Bei den Oberflächenwellenfiltern, die in den Fig. 15 und 16 gezeigt sind, können durch die Verwendung des Oberflächenwellenfilters gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung als ein Oberflächenwellenfilter 601 oder 602 die vorteilhaften Effekte der vorliegenden Erfindung ohne die Hinzufügung eines Impedanzanpassungselements erzielt werden. 20

[0095] Fig. 17 ist eine schematische Draufsicht zur Erklärung eines Oberflächenwellenfilters gemäß einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Bei dem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel sind ein erster Oberflächenwellenfilterabschnitt, der ein Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 701 und Oberflächenwellenresonatoren 703, 705 und 707 umfaßt, und ein zweiter Oberflächenwellenfilterabschnitt, der ein Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 702 und Oberflächenwellenresonatoren 704, 706 und 708 umfaßt, parallel zueinander geschaltet. Wie in dem Fall des ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels sind der erste und der zweite Oberflächenwellenfilterabschnitt die Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 701 und 702 und die Oberflächenwellenresonatoren 707 und 708 jeweils in Serie mit denselben geschaltet. Außerdem sind wie in dem Fall der Modifizierung, die in Fig. 11 gezeigt ist, die Oberflächenwellenresonatoren 703 und 705 sowie 704 und 706 zwischen einen Eingangsanschluß 710 und die Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 701 bzw. 702 geschaltet. Das dritte bevorzugte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist deshalb eine Konfiguration auf, so daß zwei der Oberflächenwellenfilter gemäß der Modifizierung, die in Fig. 11 gezeigt ist, parallel zueinander geschaltet sind. 25 30 35

[0096] Hierin ist eine Induktivität 713 zwischen Ausgangsanschlüssen 711 und 712 geschaltet.

[0097] So wird bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung durch das Schalten von zwei der Oberflächenwellenfilter gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung parallel zueinander ein Oberflächenwellenfilter, dessen Eingangsimpedanz ca. 50Ω beträgt und dessen Ausgangsimpedanz ca. 200Ω beträgt, und das eine Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlungsfunktion aufweist, geschaffen. 40

[0098] Die Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 701 und 702 und die Oberflächenwellenresonatoren 703 bis 708 sind alle ähnlich wie die Oberflächenwellenfiltern entworfen, die in den Fig. 1 und 11 gezeigt sind, mit der Ausnahme, daß die Kreuzungsbreite der Elektrodenfinger in allen oben beschriebenen Oberflächenwellenfiltern vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 701 und 702 und den Oberflächenwellenresonatoren 703 bis 708 die Hälfte von der bei den Oberflächenwellenfiltern beträgt, die in Fig. 1 und Fig. 11 gezeigt sind, und daß der IDT 709 des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 702 bezüglich der IDT der Oberflächenwellenfilter, die in den Fig. 1 und 11 gezeigt sind, invertiert ist. Der Zweck der Invertierung der Polarität des mittleren IDT 709 des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 702 besteht darin, die Phase der Ausgangssignale des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 702 um 180° bezüglich der Phase von Ausgangssignalen des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators 701 zu verändern. 45 50

[0099] Das Verfahren zum Verschieben der Phase um 180° ist nicht auf dieses Verfahren beschränkt.

[0100] Bei diesem Entwurfsbeispiel ist das Induktivitätselement 713, das zwischen die Ausgangsanschlüsse 711 und 712 geschaltet ist, die symmetrische Ausgangsanschlüsse sind, vorzugsweise auf einen Wert von ca. 15 nH eingestellt. 55

[0101] Fig. 18 zeigt die Frequenzcharakteristik des Oberflächenwellenfilters gemäß dem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Wie aus Fig. 18 ersichtlich ist, kann eine Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes, die im wesentlichen gleich der ist, die bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel erzielt wird, realisiert werden. Dies zeigt, daß gemäß dem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ein Oberflächenwellenfilter geschaffen wird, das es ermöglicht, daß die Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes verbessert wird, und das eine Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlungsfunktion aufweist. 60

[0102] Bei dem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel wurde eine Beschreibung eines Oberflächenwellenfilters gegeben, dessen Eingangsimpedanz und dessen Ausgangsimpedanz unterschiedlich sind, und das eine Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlungsfunktion aufweist. Alternativ kann jedoch ein Oberflächenwellenfilter erzielt werden, dessen Eingangsimpedanz und dessen Ausgangsimpedanz im wesentlichen gleich sind, und das eine Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlungsfunktion aufweist. Bei einer Modifizierung, die in Fig. 19 gezeigt ist, wird z. B. ein Ober- 65

- flächenwellenresonator **802** in Serie mit einem Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators **801** geschaltet. Hierin sind beide Enden des mittleren IDT **804** des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators **801** zum Entnehmen von symmetrischen Ausgangssignalen mit symmetrischen Anschlüssen **811** und **812** verbunden. Ein Ende jedes IDT **803** und **805** ist mit dem Oberflächenwellenresonator **802** verbunden.
- 5 Der Endabschnitt des Oberflächenwellenresonators **802** gegenüber der Seite, mit der die IDT **803** und **805** verbunden sind, ist mit einem unsymmetrischen Eingangsanschluß **813** verbunden. Ein Induktivitätselement **815** ist zwischen dem Verbindungspunkt **814**, der sich zwischen dem unsymmetrischen Eingangsanschluß **813** und dem Oberflächenwellenresonator **802** befindet, und dem Massepotential eingesetzt. Hierin bezeichnen die Bezugszeichen **806** und **807** jeweils Reflektoren.
- 10 **[0103]** Durch ein derartiges Verbinden beider Enden des IDT **804** mit den symmetrischen Ausgangsanschlüssen **811** und **812** wird ein Oberflächenwellenfilter geschaffen, dessen Eingangsimpedanz und dessen Ausgangsimpedanz im wesentlichen gleich sind, und das eine Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlungsfunktion aufweist. In diesem Fall wird außerdem durch ein Entwerfen des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators **801**, des Oberflächenwellenresonators **802** und des Induktivitätselements **815** gemäß den oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispielen die Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes wirksam verbessert.
- 15 **[0104]** Bei den oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispielen wurde ein Substrat mit $40 \pm 5^\circ$, Y-Schnitt, X-Ausbreitung und aus LiTaO_3 als ein piezoelektrisches Substrat verwendet, wobei bei der vorliegenden Erfindung das piezoelektrische Substrat nicht auf das oben beschriebene LiTaO_3 -Substrat beschränkt ist. Alternativ können bei der vorliegenden Erfindung verschiedene Substrate, die eine Piezoelektrizität aufweisen, verwendet werden, wie z. B. ein Substrat mit 64 bis 72° , Y-Schnitt, X-Ausbreitung und aus LiNbO_3 , ein Substrat mit Y-Schnitt, X-Ausbreitung und aus LiNbO_3 sowie weitere geeignete Substrate.
- 20 **[0105]** Bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel wurde ein Durchlaßband unter Verwendung der Resonanzmodi A und B, die in den Fig. 8A und 8B gezeigt sind, und des Resonanzmodus durch die Induktivität des Oberflächenwellenresonators **102** gebildet. Wenn jedoch ein schmales Durchlaßband ausreichend ist, kann ein Durchlaßband aus zwei Resonanzmodi gebildet sein: dem Resonanzmodus B und dem Resonanzmodus, der durch die Induktivität des Oberflächenwellenresonators **102** erzeugt wird, und zwar durch ein Anpassen der Entwurfsparameter und außerdem durch ein Anbringen des Resonanzmodus A außerhalb des Durchlaßbandes.
- 25 **[0106]** Ferner kann, wenn ein breiteres Durchlaßband als das des herkömmlichen Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators benötigt wird, ein Durchlaßband aus vier Resonanzmodi gebildet sein: den drei Resonanzmodi A bis C, die in den Fig. 8A und 8B gezeigt sind, und dem Resonanzmodus, der durch die Induktivität des Oberflächenwellenresonators **102** erzeugt wird.
- 30 **[0107]** Bei den oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispielen wurden Beispiele gezeigt, die jeweils ein Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators verwenden, das drei IDT aufweist, wobei statt dessen bei der vorliegenden Erfindung ein Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators verwendet werden kann, das zwei oder zumindest vier IDT aufweist.
- 35 **[0108]** Die Fig. 20 und 21 sind jeweils schematische Blockdiagramme, die eine Kommunikationsvorrichtung **160** darstellen, die ein Oberflächenwellenfilter gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung verwendet.
- 40 **[0109]** In Fig. 20 ist ein Duplexer **162** mit einer Antenne **161** verbunden. Ein Oberflächenwellenfilter **164** und ein Verstärker **165** sind zwischen den Duplexer **162** und einen Empfangsseitenmischer **163** geschaltet. Außerdem sind ein Verstärker **167** und ein Oberflächenwellenfilter **168** zwischen den Duplexer **162** und einen Sendeseitenmischer **166** geschaltet. Wenn der Verstärker **165** auf symmetrische Signale einstellbar ist, kann ein Oberflächenwellenfilter, das gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist, geeigneterweise als das oben erwähnte Oberflächenwellenfilter **164** verwendet werden.
- 45 **[0110]** Außerdem kann, wie in Fig. 21 gezeigt ist, wenn der Verstärker **165A**, der an der Empfangsseite verwendet wird, auf unsymmetrische Signale einstellbar ist, ein Oberflächenwellenfilter, das gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist, geeigneterweise auch als ein Oberflächenwellenfilter **164A** verwendet werden.
- 50 **[0111]** Wie aus der vorhergehenden Beschreibung ersichtlich ist, wird bei dem Oberflächenwellenfilter gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung bei der Konfiguration, die ein Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators und einen Oberflächenwellenresonator umfaßt, der in Serie mit demselben geschaltet ist, ein Durchlaßband gebildet, indem zumindest einer der Resonanzmodi des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators und die Induktivität des Oberflächenwellenresonators verwendet werden. Deshalb kann die Steilheit der Filtercharakteristik des Oberflächenwellenresonators als eine Steilheit der Filtercharakteristik des Oberflächenwellenresonators, wie diese ist, verwendet werden. So wird durch die Verwendung eines Oberflächenwellenresonators, der zwischen der Resonanzfrequenz und der Antiresonanzfrequenz einen schmalen Frequenzabstand aufweist, die Steilheit der Filtercharakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes wirksam erhöht.
- 55 **[0112]** Wenn die Antiresonanzfrequenz des Oberflächenwellenresonators bei einer niedrigeren Frequenz positioniert wird als die Frequenz bei dem Resonanzmodus, der sich auf der Seite der höchsten Frequenz befindet, der Resonanzmodi des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators, wird die Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes sogar noch wirksamer verbessert.
- 60 **[0113]** Wenn die Resonanzfrequenz des Oberflächenwellenresonators bei einer höheren Frequenz positioniert wird als die Frequenz bei dem Resonanzmodus, der sich an der Seite der höchsten Frequenz befindet, der Resonanzmodi, die das Durchlaßband des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators bilden, tritt der Resonanzmodus auf, der durch den Einfluß der Induktivität des Oberflächenwellenresonators erzeugt wird. Durch ein wesent-
- 65

liches Anpassen der Impedanz des oben beschriebenen Resonanzmodus an die des anderen Resonanzmodus des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators kann das Durchlaßband verbreitert werden.

[0114] Wenn die resultierende Impedanz des Oberflächenwellenresonators und des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators im wesentlichen an die Impedanz bei dem Resonanzmodus des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators angepaßt ist, wird die Verbreiterung des Durchlaßbandes erzielt. 5

[0115] Wenn der VSWR-Wert bei der Frequenz an dem Dämpfungspol, der durch die resultierende Impedanz des Oberflächenwellenresonators und des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators erzeugt wird, nicht kleiner als ca. 3,5 ist, kann der Dämpfungswert in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes ausreichend werden. Bei der Konfiguration, bei der der Oberflächenwellenresonator einer Wichtung durch eine Elektrodenfingerentnahme unterzogen werden soll, kann die Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes zuverlässig verbessert werden, indem die Wichtung durch eine Elektrodenfingerentnahme durchgeführt wird, um so den Frequenzabstand zwischen der Resonanzfrequenz und der Antiresonanzfrequenz des Oberflächenwellenresonators zu reduzieren. 10

[0116] Wenn der Oberflächenwellenresonator einen kleineren elektromechanischen Kopplungskoeffizienten als das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators aufweist, kann der Frequenzabstand zwischen der Resonanzfrequenz und der Antiresonanzfrequenz des Oberflächenwellenresonators reduziert werden, wodurch die Steilheit der Dämpfung-Frequenz-Charakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes wirksam erhöht wird. In diesem Fall kann der Oberflächenwellenresonator unter Verwendung eines piezoelektrischen Substrats, das einen kleineren elektromechanischen Kopplungskoeffizienten als das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators aufweist, gebildet werden. 15 20

[0117] Wenn zumindest ein Induktivitätselement geschaffen wird, das parallel zu dem Eingangs- und/oder Ausgangsanschluß geschaltet ist, mit dem der Oberflächenwellenresonator in Serie geschaltet ist, kann die Filtercharakteristik in dem Durchlaßband verbessert werden.

[0118] Wenn das Oberflächenwellenfilter zumindest zwei Oberflächenwellenfilterelemente aufweist, wenn zumindest entweder die Eingangsanschlußseite oder die Ausgangsanschlußseite der zwei Oberflächenwellenfilterelemente gemeinsam ist, und wenn zumindest eines der beiden Oberflächenwellenfilterelemente aus einem Oberflächenwellenfilter gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung besteht, verdoppelt sich dieser Oberflächenwellenresonator als das oben beschriebene Induktivitätselement, so daß die Vereinfachung der Struktur des Oberflächenwellenfilters erzielt werden kann. 25 30

[0119] Das Oberflächenwellenfilter gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann konfiguriert sein, um eine Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlungsfunktion aufzuweisen. In diesem Fall kann ein Oberflächenwellenfilter, das eine Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlungsfunktion aufweist, und bei dem die Steilheit der Filtercharakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung verbessert wird, geschaffen werden. 35

[0120] Da die Kommunikationsvorrichtung gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung unter Verwendung eines Oberflächenwellenfilters gemäß anderen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung konfiguriert ist, wird die Steilheit der Filtercharakteristik in der unmittelbaren Umgebung der Seite der höheren Frequenz des Durchlaßbandes bei dem Oberflächenwellenfilter erhöht, wodurch eine Kommunikationsvorrichtung mit einer überlegenen Selektivität geschaffen werden kann. 40

Patentansprüche

1. Oberflächenwellenfilter mit folgenden Merkmalen:
 einem Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators (101; 701, 703; 801), das ein dielektrisches Substrat und zumindest zwei Interdigitalwandler (103–105; 803–805) aufweist; die an dem dielektrischen Substrat entlang der Ausbreitungsrichtung einer akustischen Oberflächenwelle angeordnet sind, die in demselben erzeugt wird; und
 zumindest einem Oberflächenwellenresonator (102; 401; 802), der zwischen zumindest entweder einen Eingangsanschluß (119; 318) oder einen Ausgangsanschluß (120; 811, 812) des Oberflächenwellenfilters und das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators (101; 701, 703; 801) geschaltet ist; wobei ein Durchlaßband erzeugt wird, indem zumindest einer der Resonanzmodi des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators (101; 701, 703; 801) und die Induktivität des zumindest einen Oberflächenwellenresonators (102; 401; 802) verwendet werden. 45 50
2. Oberflächenwellenfilter mit folgenden Merkmalen:
 zumindest zwei Oberflächenwellenfilterelementen (601, 602; 701, 702);
 wobei zumindest entweder die Eingangsanschlußseite oder die Ausgangsanschlußseite der zumindest zwei Oberflächenwellenfilterelemente (601, 602; 701, 702) ein gemeinsamer Anschluß für jedes der zumindest zwei Oberflächenwellenfilterelemente (601, 602; 701, 702) ist; und
 wobei zumindest eines der zwei Oberflächenwellenfilterelemente (601, 602; 701, 702) ein Oberflächenwellenfilter mit folgenden Merkmalen aufweist:
 einem Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators (101; 701, 703; 801), das ein dielektrisches Substrat und zumindest zwei Interdigitalwandler (103–105; 803–805) aufweist, die an dem dielektrischen Substrat entlang der Ausbreitungsrichtung einer akustischen Oberflächenwelle angeordnet sind, die in demselben erzeugt wird; und
 zumindest einem Oberflächenwellenresonator (102; 401; 802), der zwischen zumindest entweder einen Eingangsanschluß (119; 813) oder einen Ausgangsanschluß (120; 811, 812) des Oberflächenwellenfilters und das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators (101; 701, 703; 801) geschaltet ist; 55 60 65

wobei ein Durchlaßband erzeugt wird, indem zumindest einer der Resonanzmodi des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators (101; 701, 703; 801) und die Induktivität des zumindest einen Oberflächenwellenresonators (102; 401; 802) verwendet werden.

3. Oberflächenwellenfilter gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem die Antiresonanzfrequenz des zumindest einen Oberflächenwellenresonators (102; 401; 802) auf eine Frequenz eingestellt ist, die niedriger als die des Resonanzmodus, der an der Seite der höchsten Frequenz positioniert ist, unter den Resonanzmodi des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators (101; 701, 703; 801) ist.

4. Oberflächenwellenfilter gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem die Resonanzfrequenz des zumindest einen Oberflächenwellenresonators (102; 401; 802) auf eine Frequenz eingestellt ist, die höher als die des Resonanzmodus, der an der Seite der höchsten Frequenz positioniert ist, unter den Resonanzmodi ist, die das Durchlaßband des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators (101; 701, 703; 801) bilden.

5. Oberflächenwellenfilter gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem die resultierende Impedanz des zumindest einen Oberflächenwellenresonators (102; 401; 802) und des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators (101; 701, 703; 801) im wesentlichen an die Impedanz bei dem Resonanzmodus des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators (101; 701, 703; 801) angepaßt ist.

6. Oberflächenwellenfilter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem der VSWR-Wert bei der Frequenz an dem Dämpfungspol, der durch die resultierende Impedanz des zumindest einen Oberflächenwellenresonators (102; 401; 802) und des Oberflächenwellenfilters vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators (101; 701, 703; 801) erzeugt wird, größer oder gleich etwa 3,5 ist.

7. Oberflächenwellenfilter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem der zumindest eine Oberflächenwellenresonator (102; 401; 802) einer Wichtung durch eine Elektrodenfingerentnahme unterzogen wird.

8. Oberflächenwellenfilter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem der zumindest eine Oberflächenwellenresonator (102; 401; 802) einen kleineren elektromechanischen Kopplungskoeffizienten als das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators (101; 701, 703; 801) aufweist.

9. Oberflächenwellenfilter gemäß Anspruch 8, bei dem der zumindest eine Oberflächenwellenresonator (102; 401; 802) ein piezoelektrisches Substrat umfaßt, das einen kleineren elektromechanischen Kopplungskoeffizienten als das Oberflächenwellenfilter vom Typ eines longitudinal gekoppelten Resonators (101; 701, 703; 801) aufweist.

10. Oberflächenwellenfilter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, das ferner folgendes Merkmal aufweist: zumindest ein Induktivitätselement (118; 815), das parallel zu zumindest entweder dem Eingangsanschluß (119; 813) oder dem Ausgangsanschluß (120; 811, 812) geschaltet ist, mit dem der Oberflächenwellenresonator (102; 401; 802) in Serie geschaltet ist.

11. Oberflächenwellenfilter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, das ferner eine Einrichtung zum Durchführen einer Symmetrisch-zu-Unsymmetrisch-Umwandlungsfunktion aufweist.

12. Kommunikationsvorrichtung (160), die ein Oberflächenwellenfilter (164, 168; 164A) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.

Hierzu 18 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

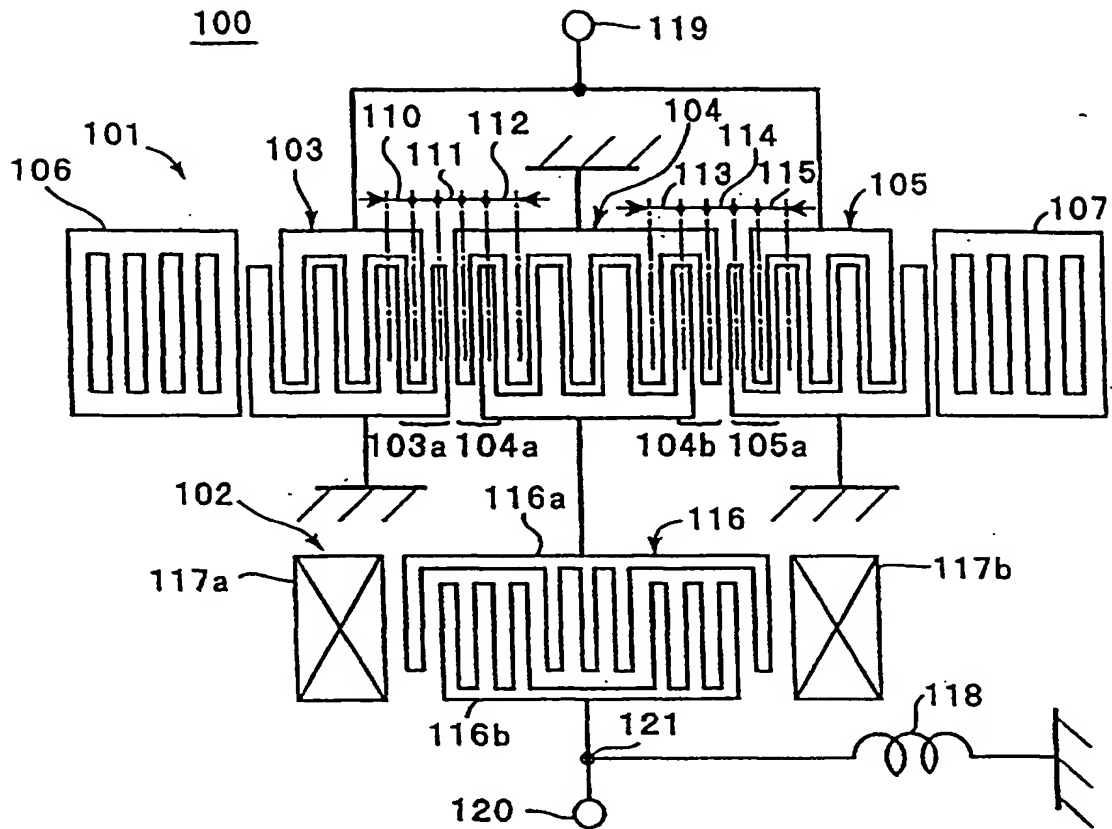


FIG. 2

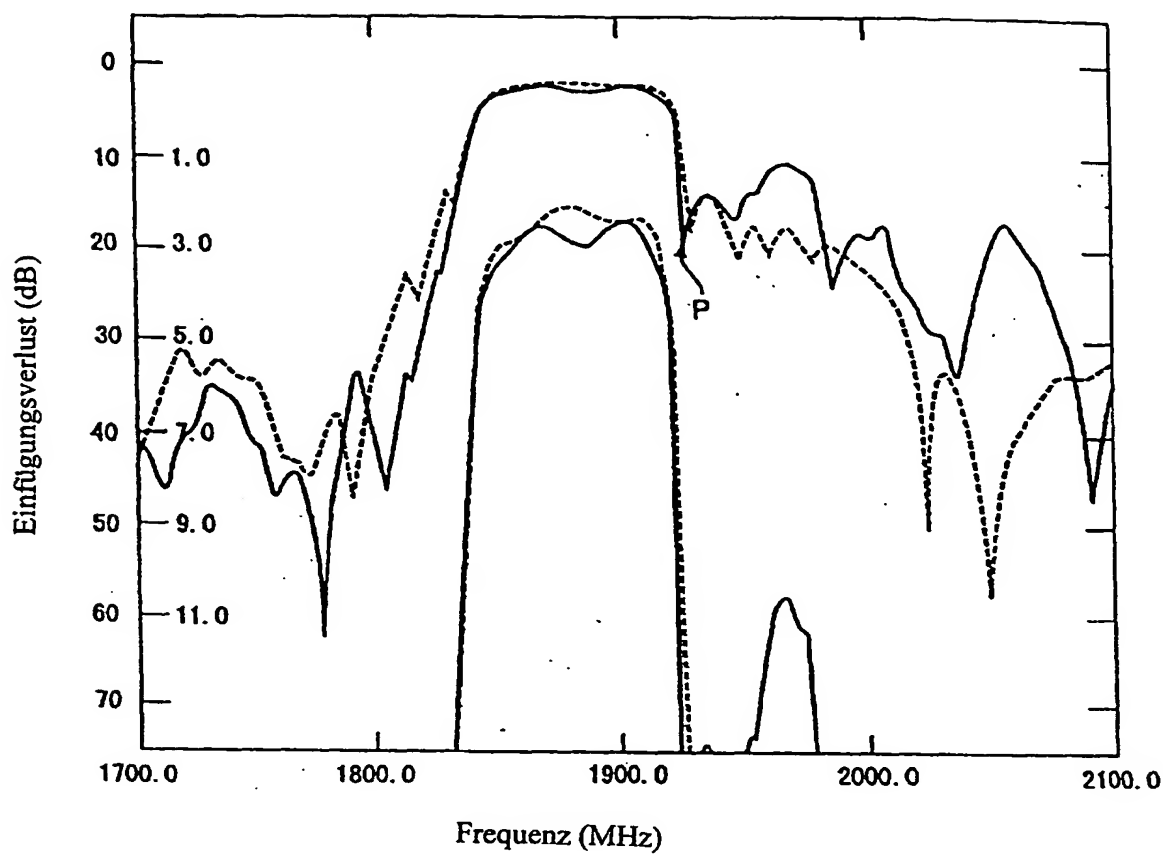


FIG. 3

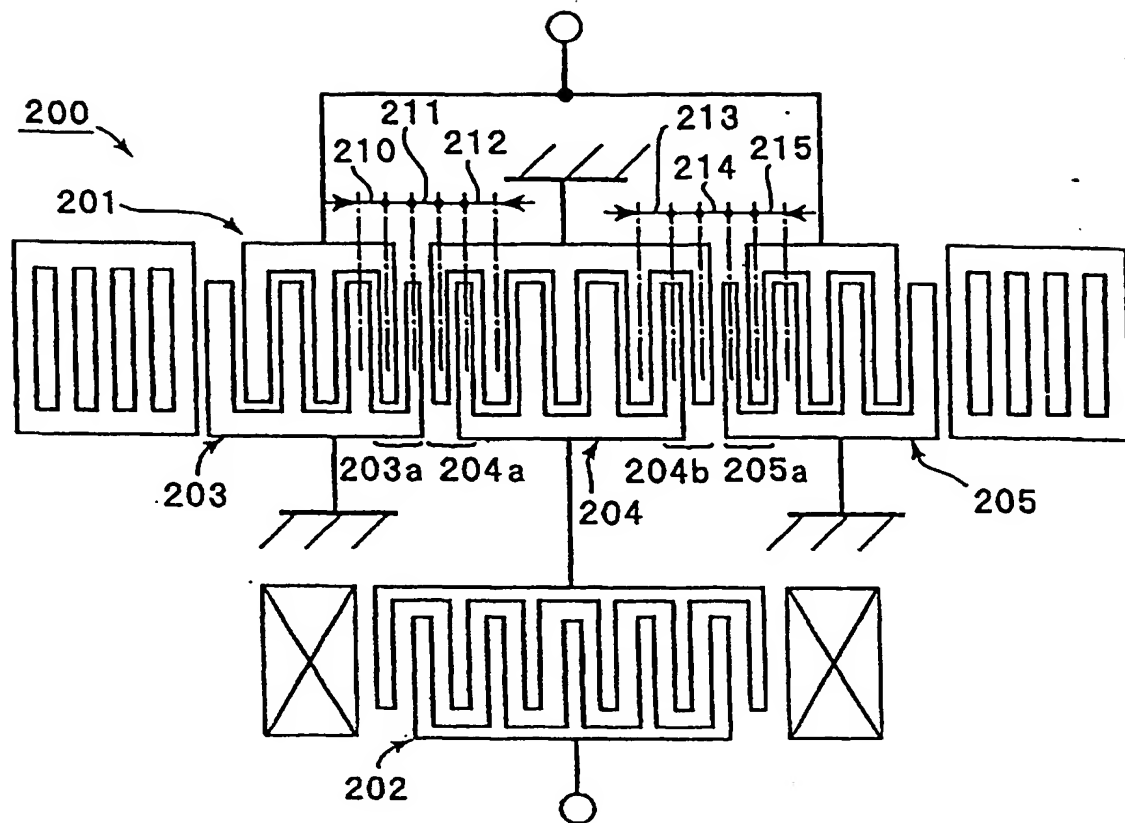


FIG. 4

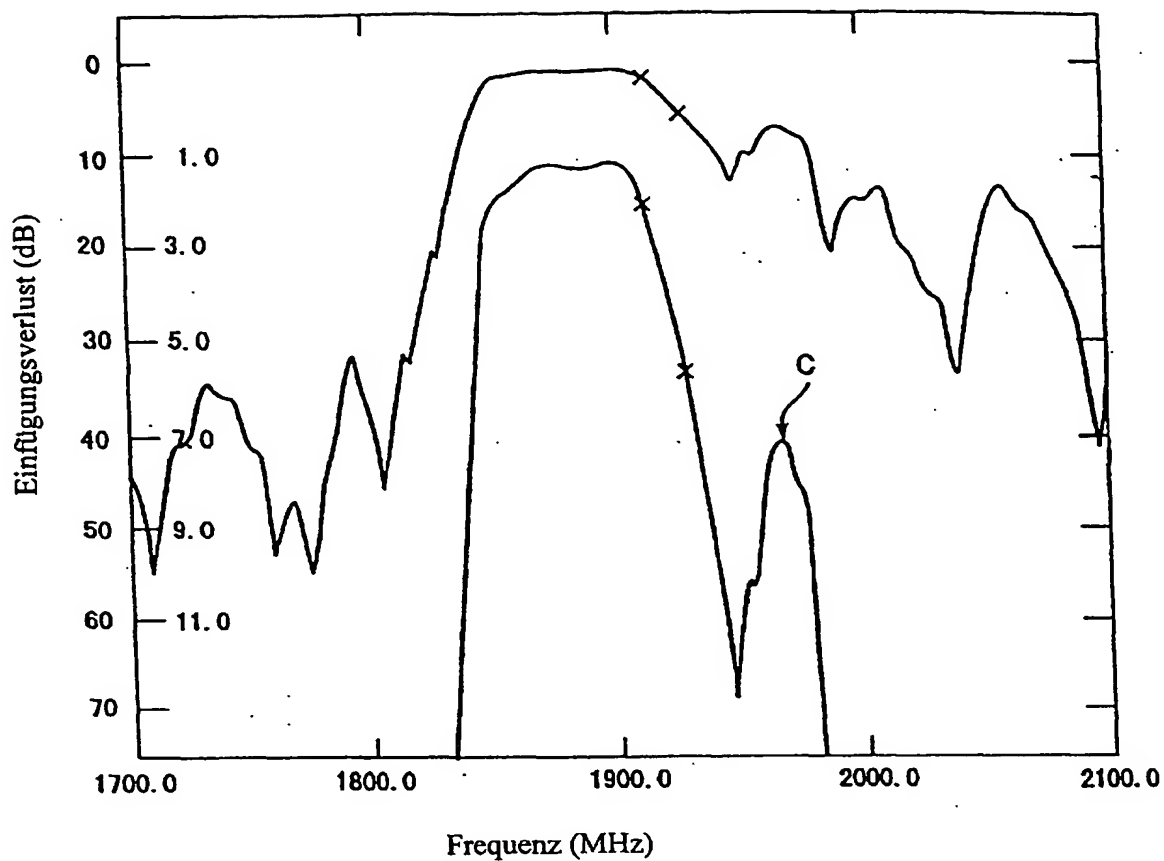


FIG. 5

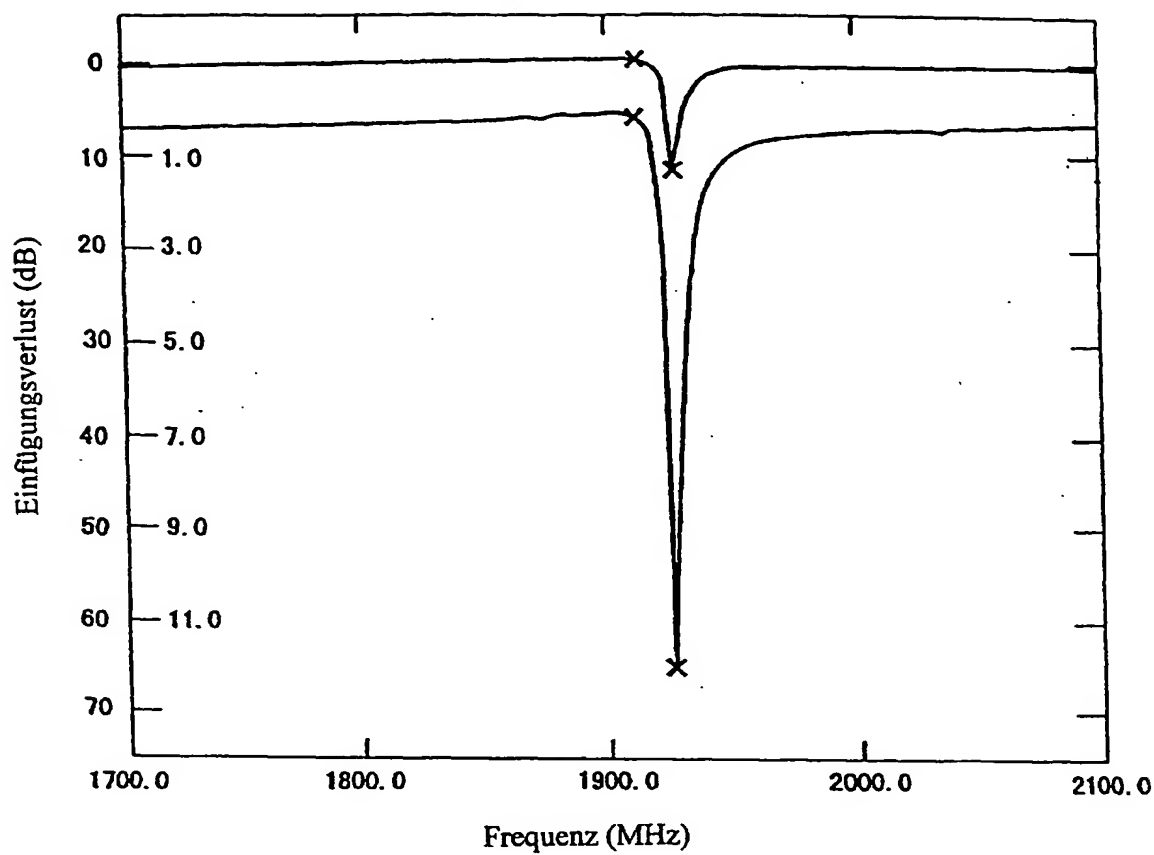


FIG. 6

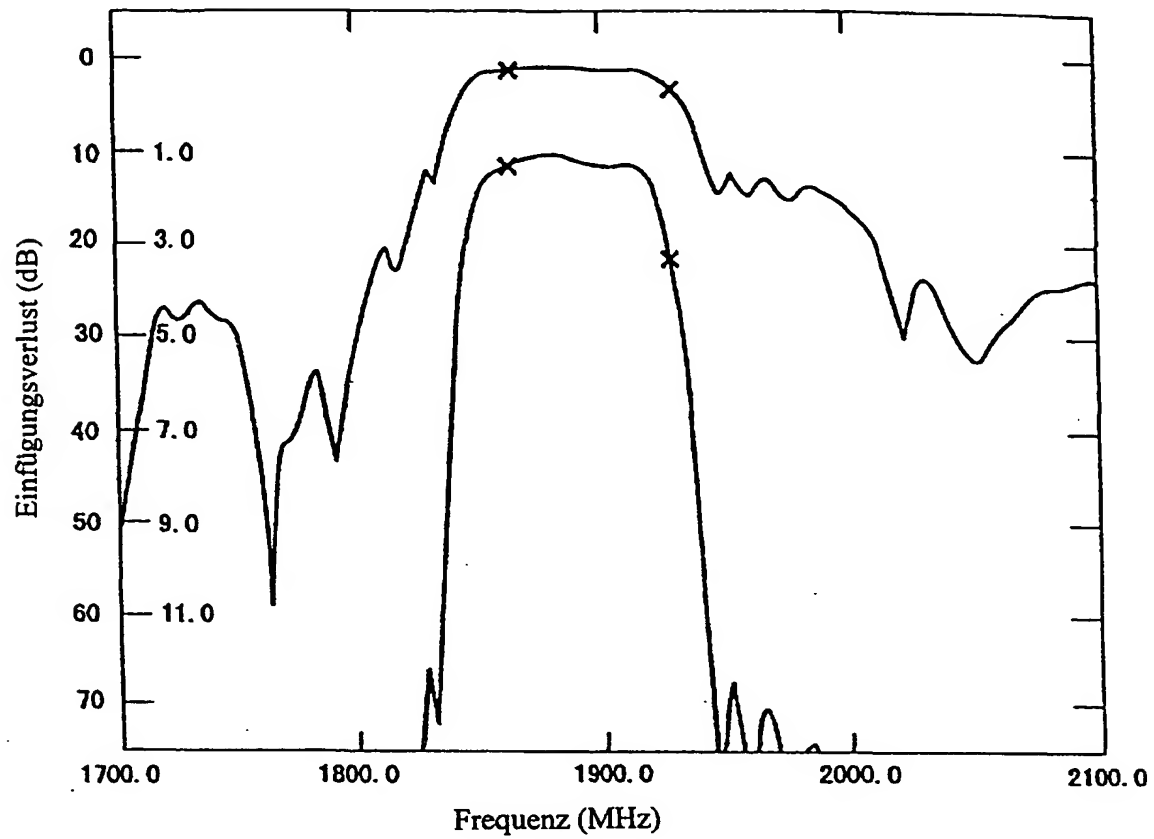


FIG. 7

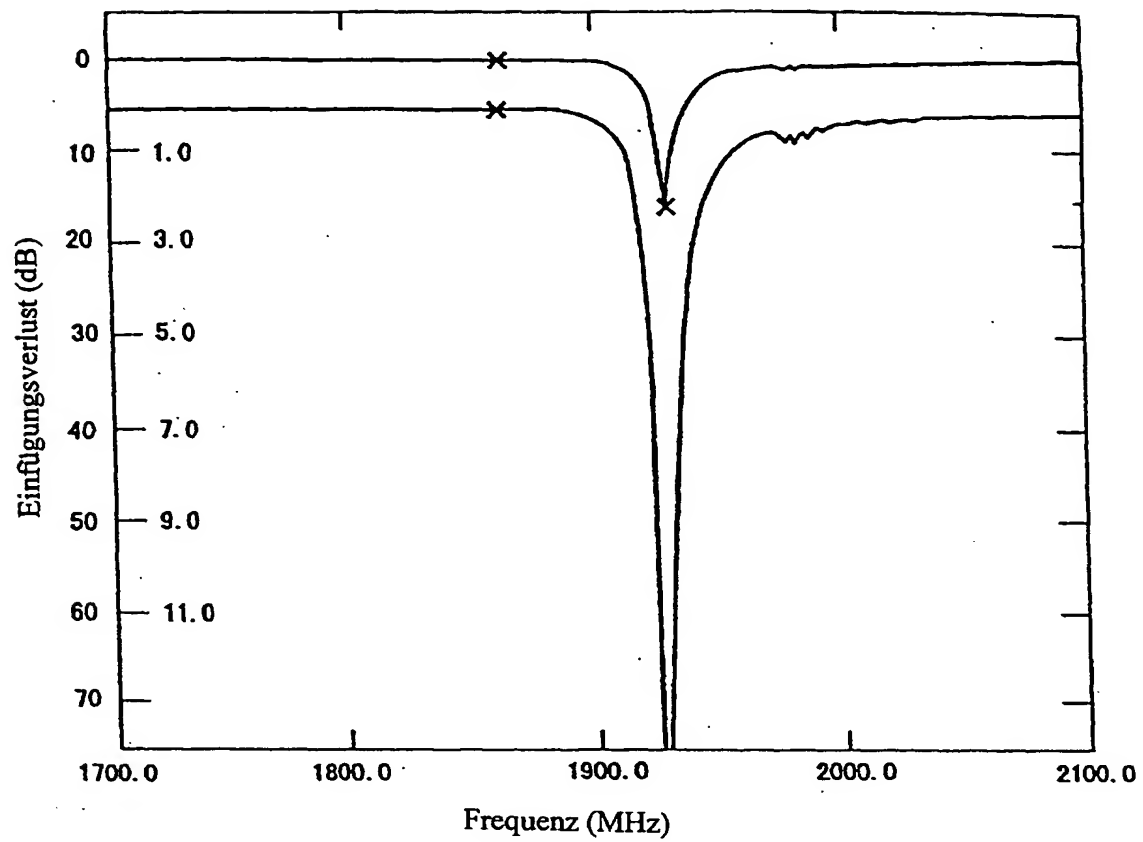


FIG. 8A

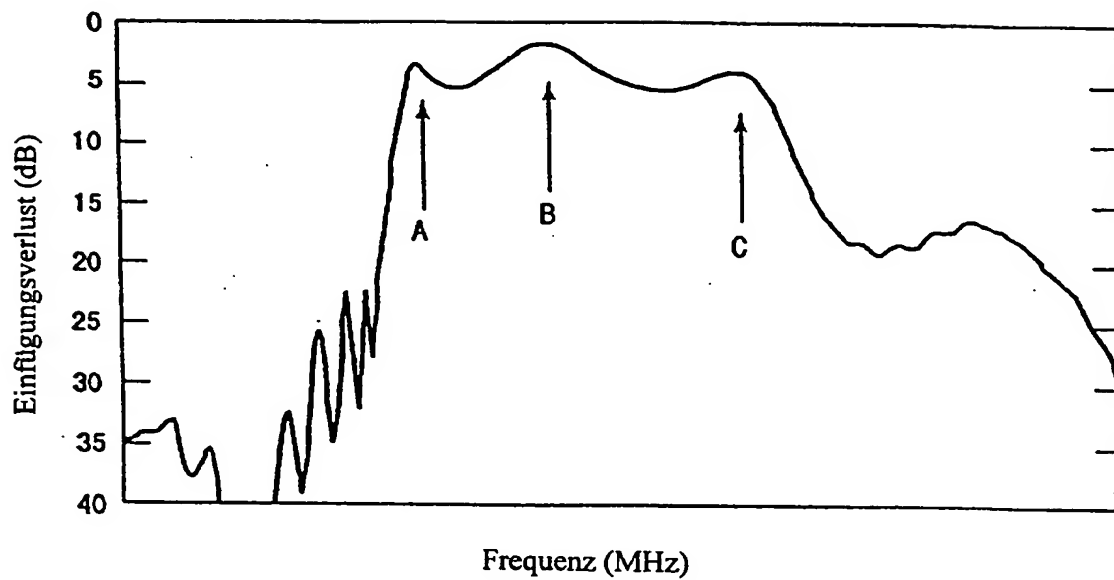


FIG. 8B

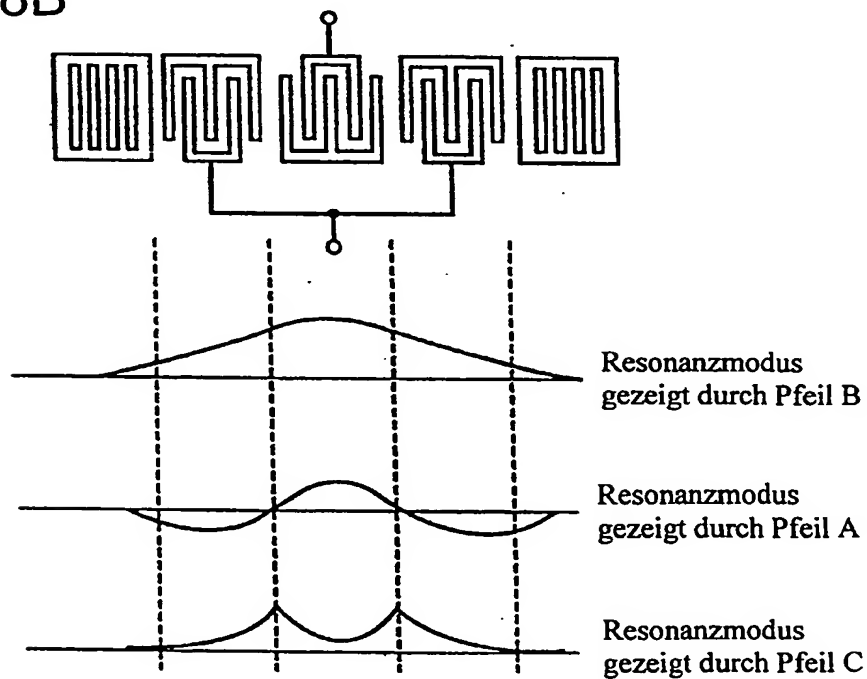


FIG. 9A

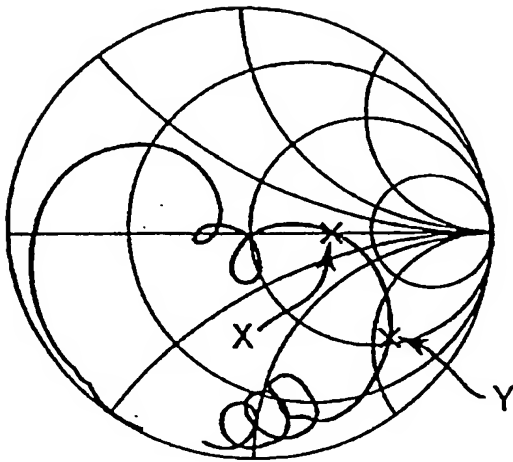


FIG. 9B

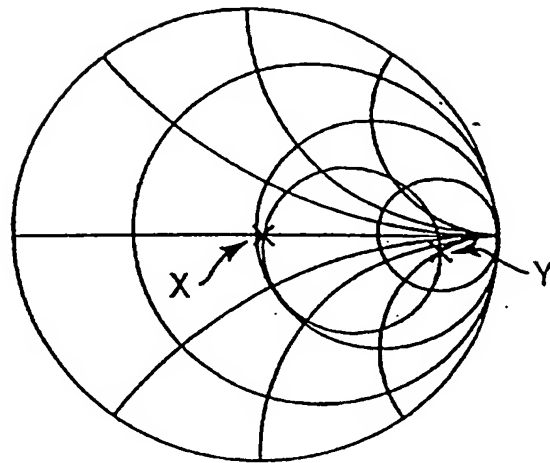


FIG. 9C

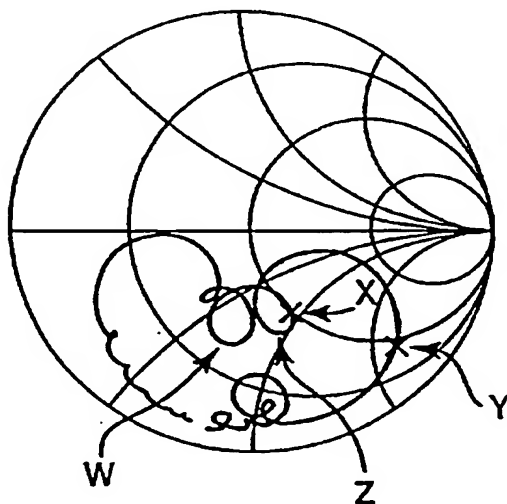


FIG. 9D

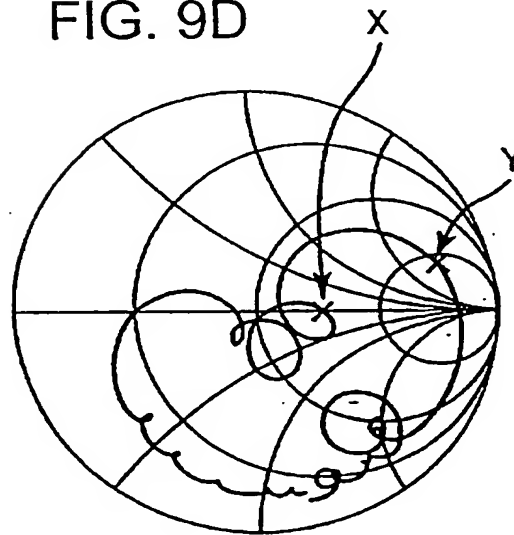


FIG. 10

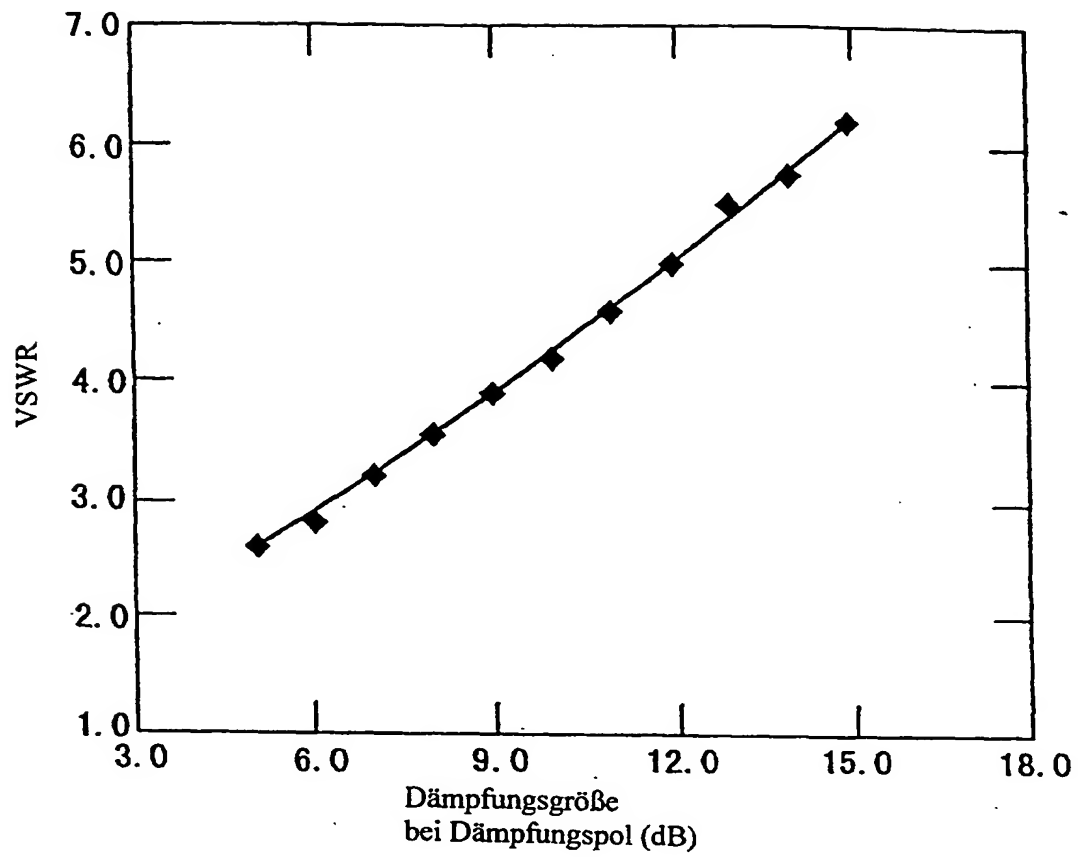


FIG. 11

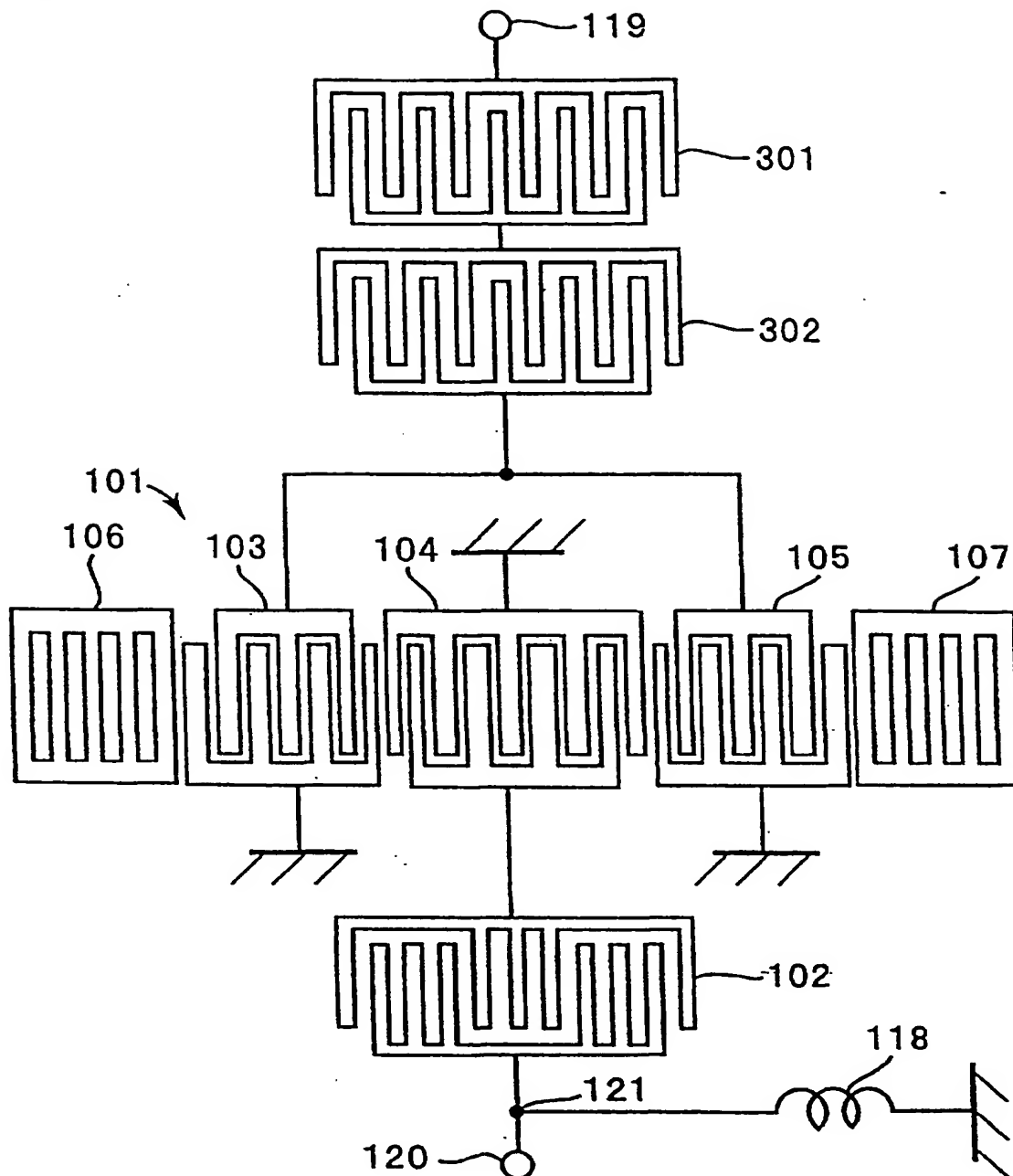


FIG. 12

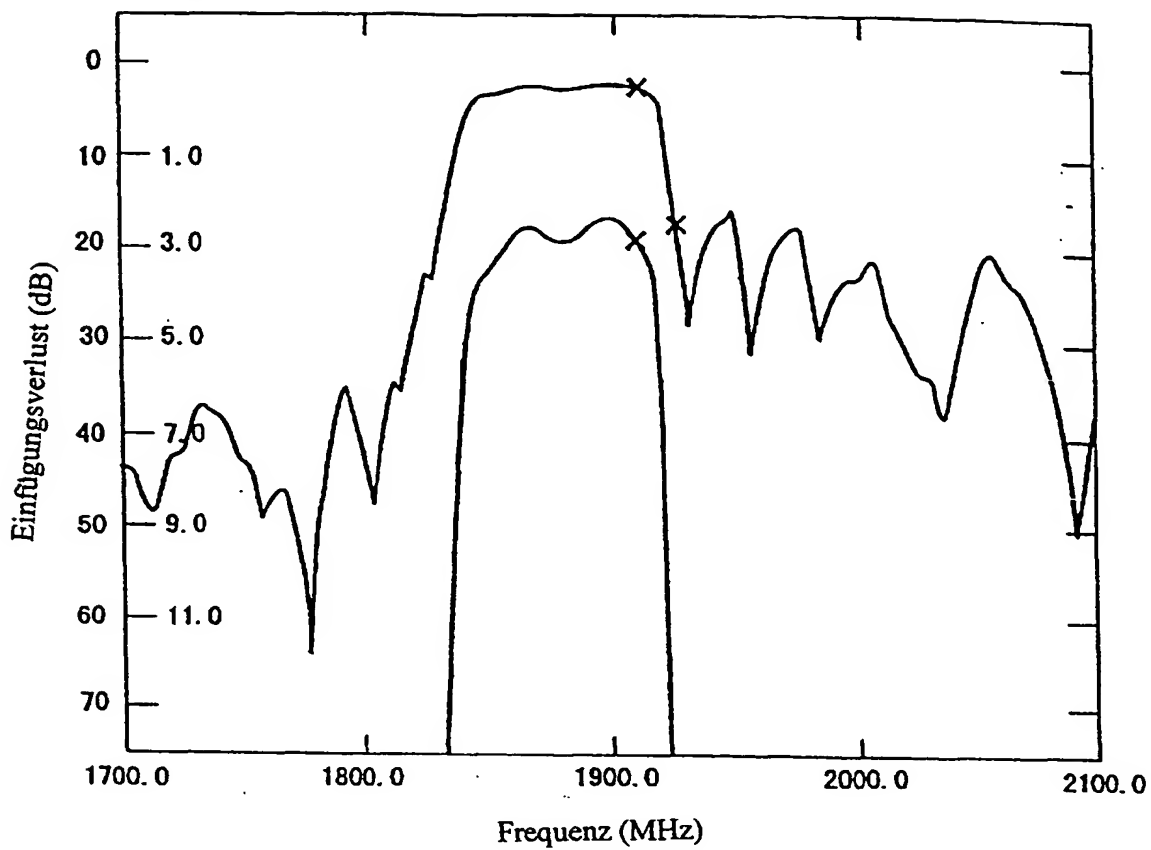


FIG. 13

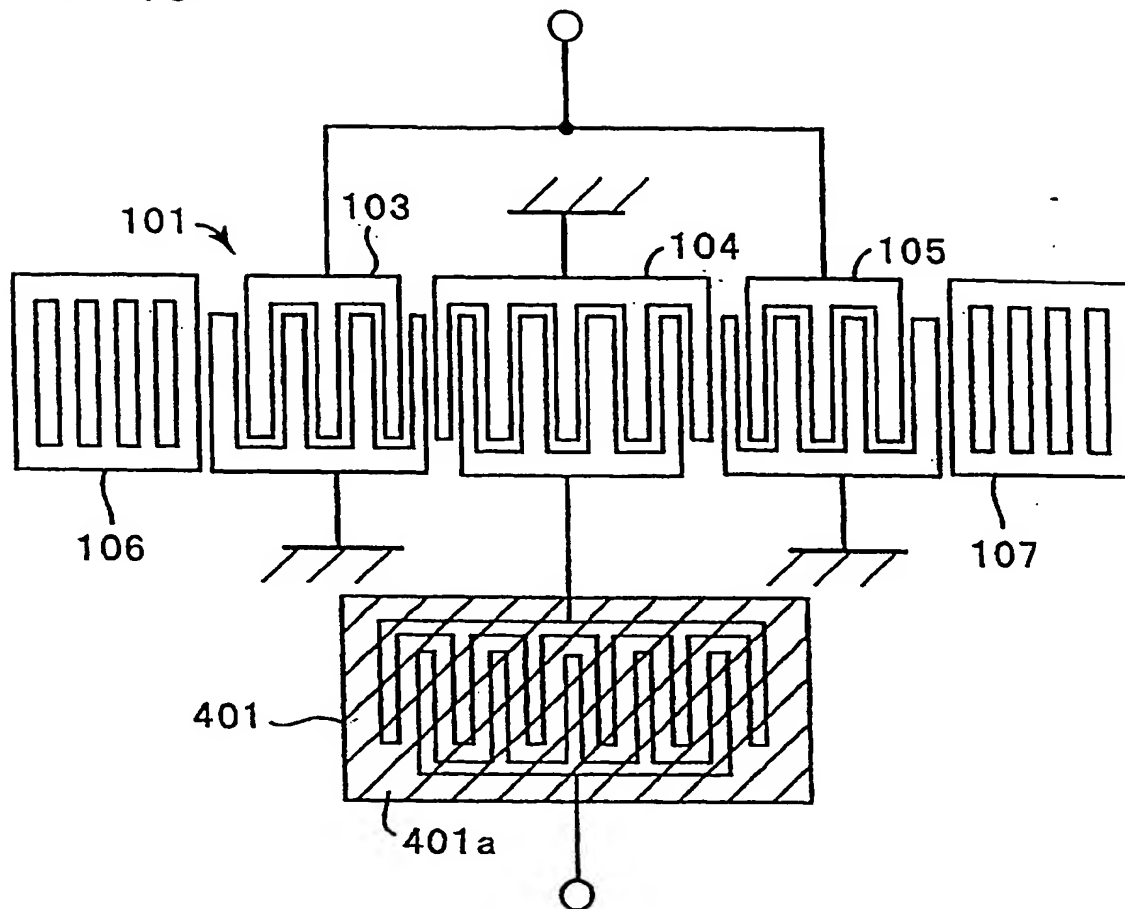


FIG. 14

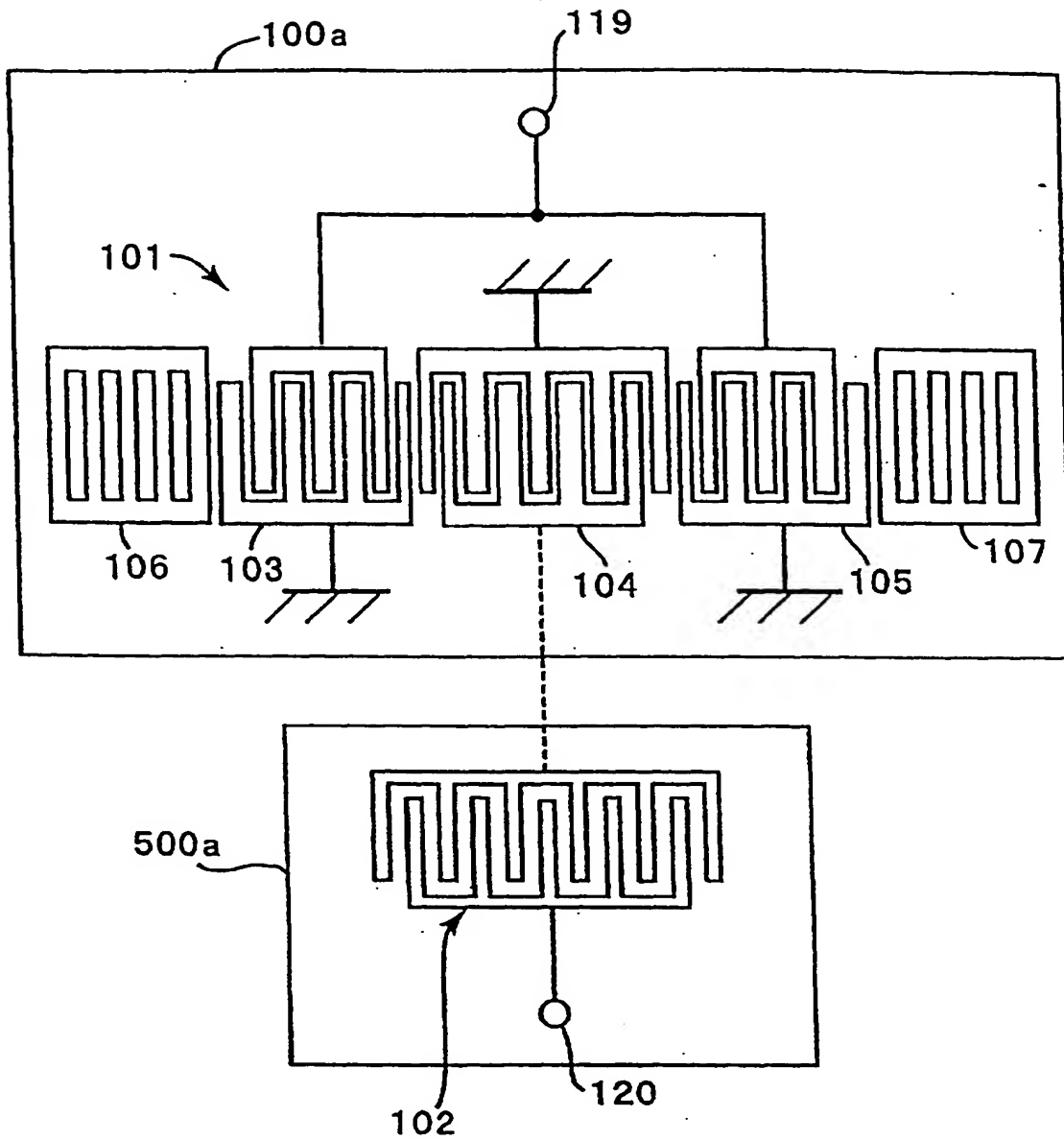


FIG. 15

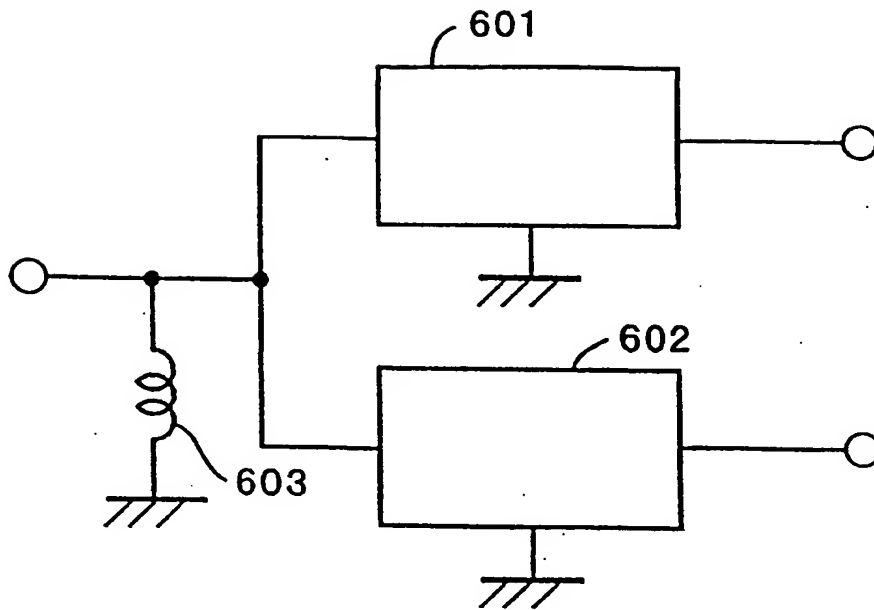


FIG. 16

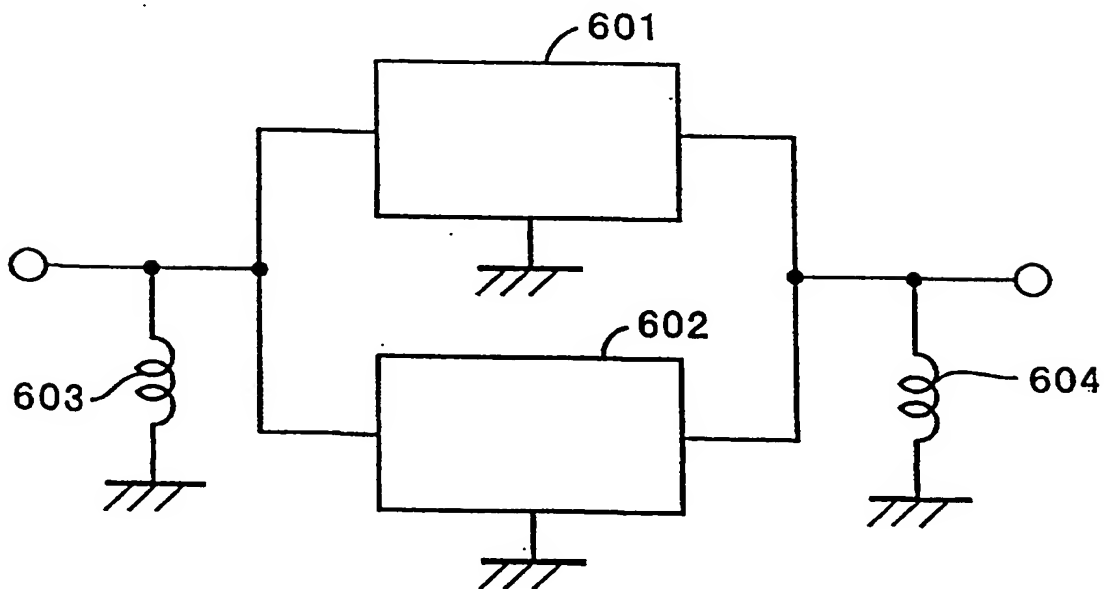


FIG. 17

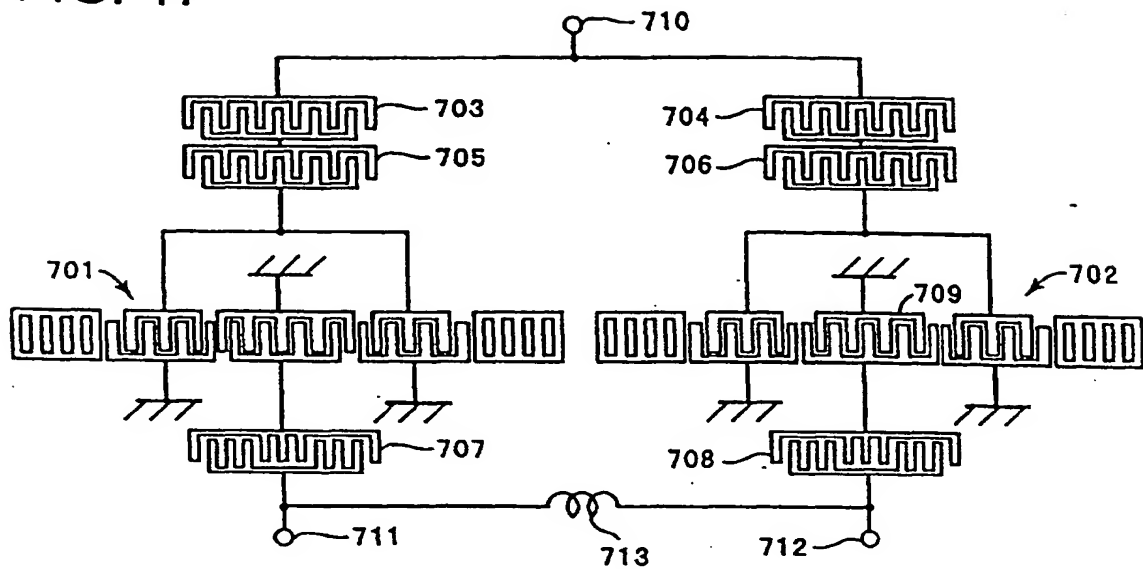


FIG. 18

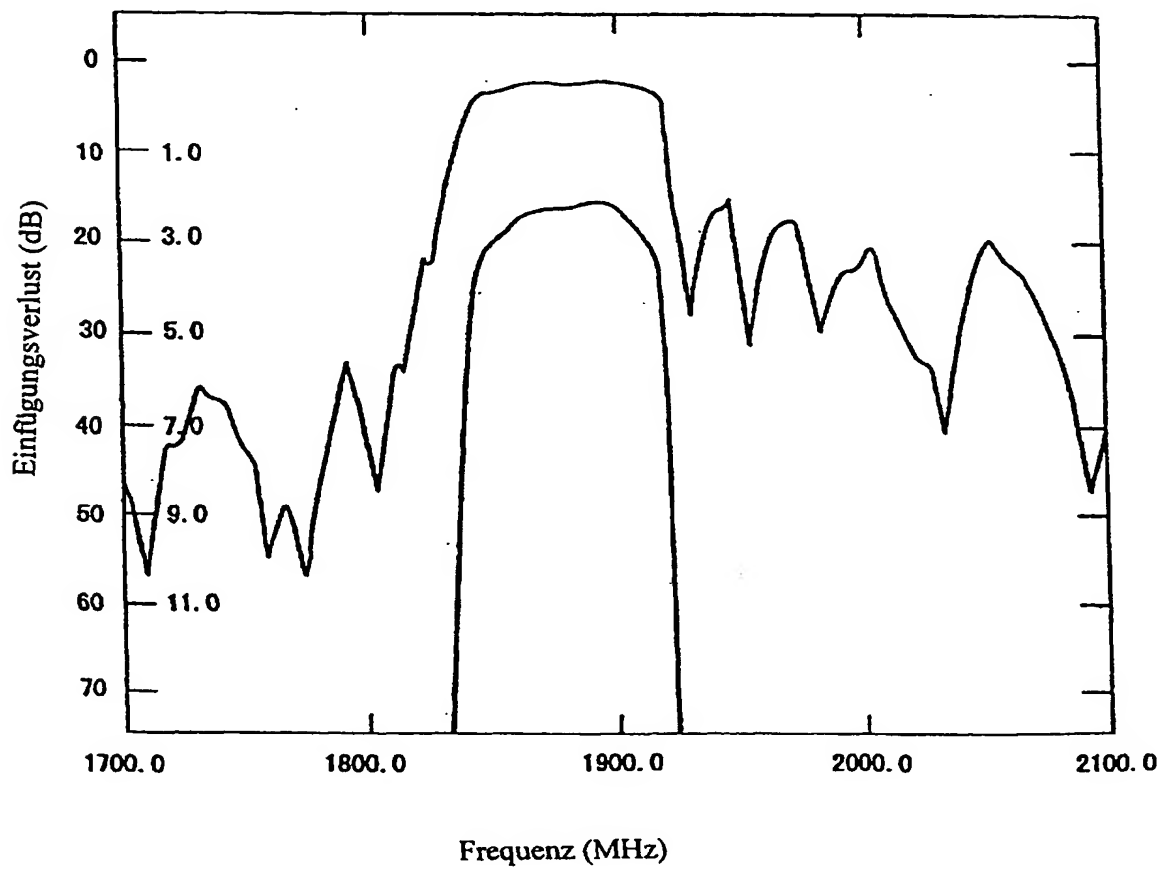


FIG. 19

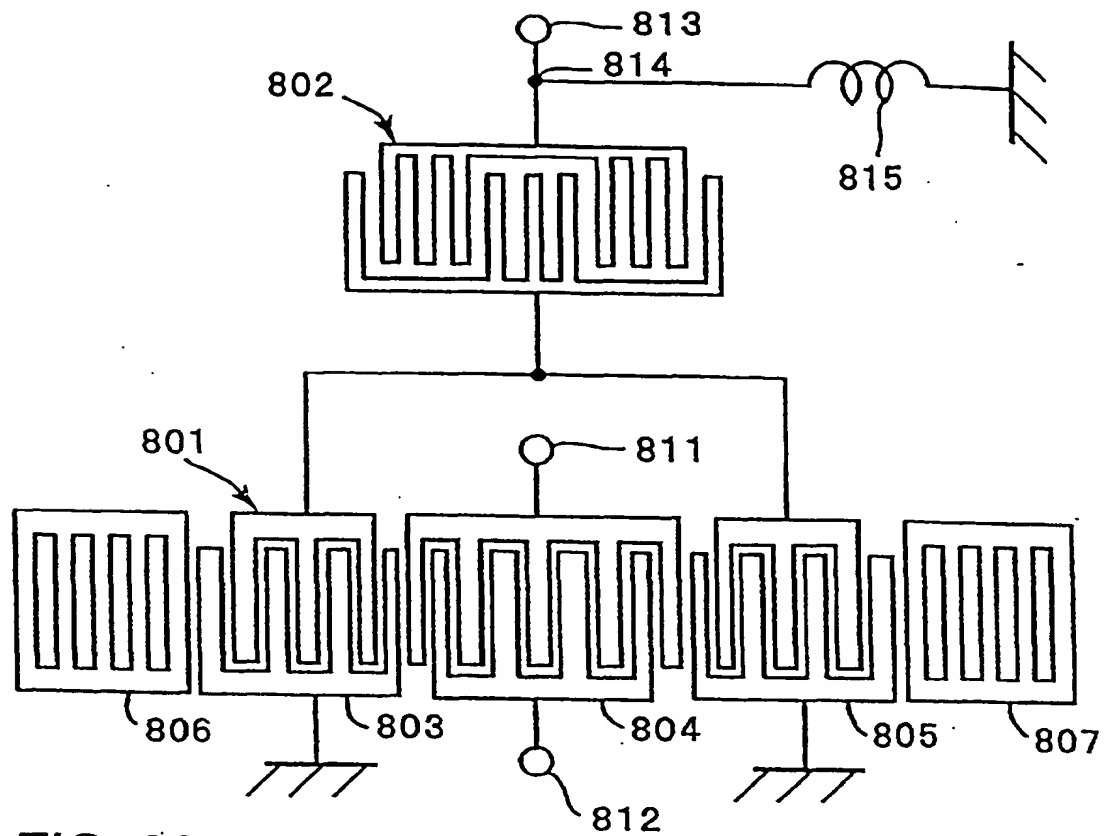


FIG. 20

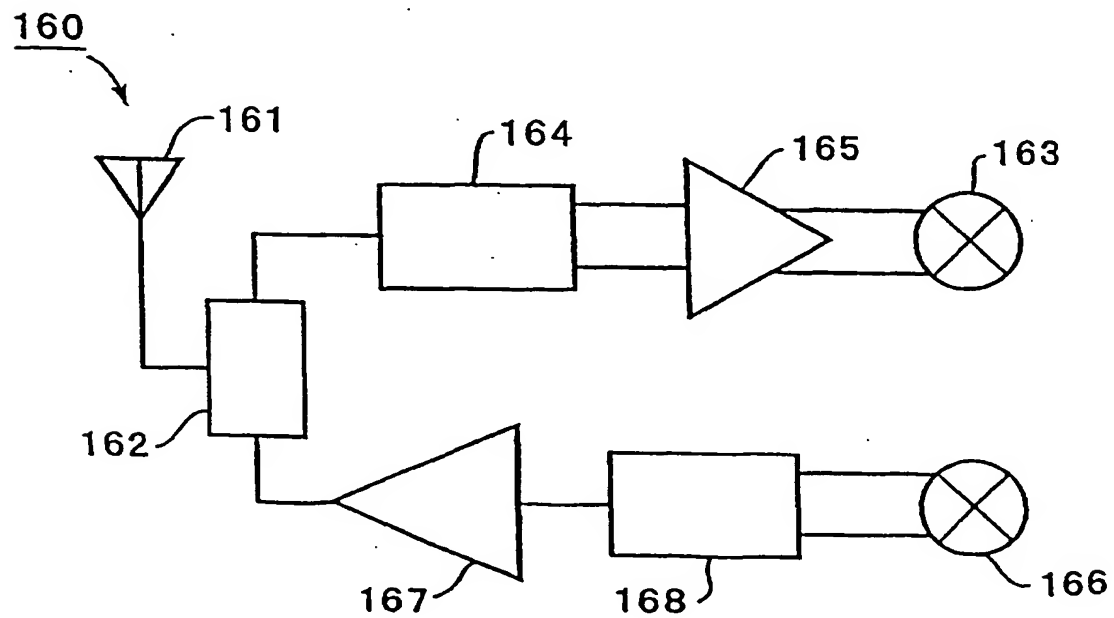


FIG. 21

